

Universidade Brasil

LUIZ CEZAR BELLATTO

MONITORAMENTO E RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS DE CEPAS DE
Escherichia coli ISOLADAS DA ÁGUA DO PARQUE DO CARMO – SP

MONITORING AND RESISTANCE TO ANTIBIOTICS OF *Escherichia coli* STRAINS
ISOLATED FROM THE WATER OF CARMO PARK - SP

São Paulo, SP

2020

Luiz Cezar Bellatto

MONITORAMENTO E RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS DE CEPAS DE *Escherichia coli* ISOLADAS DA ÁGUA DO PARQUE DO CARMO – SP

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Heloisa Pine Américo Pinheiro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

São Paulo, SP
2020

FICHA CATALOGRAFICA

B382m Bellatto, Luiz Cezar.
Monitoramento e resistência a antibióticos de cepas de Escherichia coli Isoladas da água do parque do Carmo - SP/ Luiz Cezar Bellatto.
São Paulo – SP: [s.n.], 2020.
62 p.: il.; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Heloisa Pine Américo Pinheiro.

1.Bactérias. 2.Coliformes. 3.Ecossistemas aquáticos.
4.Esgoto. 5.Poluição. I.Título.

CDD 576

TERMO DE AUTORIZAÇÃO



Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: **"MONITORAMENTO E RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS DE CEPAS DE *Escherichia coli* ISOLADAS DA ÁGUA DO PARQUE DO CARMO – SP"**

Autor(es):

Discente: Luiz Cezar Bellatto

Assinatura: Luiz Cezar Bellatto

Orientadora: Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro

Assinatura: Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro

Data: 15/abril/2020

TERMO DE APROVAÇÃO

UNIVERSIDADE
BRASIL

TERMO DE APROVAÇÃO

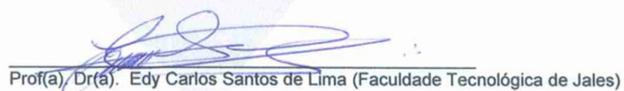
LUIZ CEZAR BELLATTO

**“MONITORAMENTO E RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS DE CEPAS DE *Escherichia coli*
ISOLADAS DA ÁGUA DO PARQUE DO CARMO – SP”**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:


Prof(a). Dr(a) Juliana Meloisa Piné Américo Pinheiro (Presidente)


Prof(a). Dr(a). Cleber Fernando Menegasso Mansano (Universidade Brasil)


Prof(a), Dr(a). Edy Carlos Santos de Lima (Faculdade Tecnológica de Jales)

Fernandópolis, 15 de abril de 2020.

A meus dois amores: Daniele Vanessa de Araújo Bellatto (esposa) e Laura Bellatto (filha).

A Antônio e Ana, meus pais: vocês não me disseram como viver. Viveram e me ensinam a viver.

AGRADECIMENTOS

Primeiro de tudo, sempre agradeço a Deus, por me dar forças e luz para seguir o trajeto correto e poder vencer as batalhas que a vida me impõe.

A minha esposa e companheira, Daniele Vanessa de Araújo Bellatto, que sempre me deu força e estímulo para seguir firme na caminhada e conquista dos meus objetivos, junto com nossa filha Laura Bellatto.

A meus pais, Antônio e Ana, que me apoiaram sempre desejando o melhor para mim.

Aos meus familiares que, de alguma forma, me passaram confiança para seguir em frente.

Aos professores da Universidade que ofereceram conhecimentos durante a trajetória do mestrado.

Em especial, a minha orientadora, Professora Dra. Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro, que me ajudou muito no desenvolvimento e elaboração da minha dissertação, passando tranquilidade e sabedoria.

À Secretaria do Verde e Meio Ambiente, que autorizou a pesquisa, pois, sem essa autorização, o trabalho não poderia ser desenvolvido.

Aos funcionários do Parque do Carmo onde desenvolvi meu trabalho, sempre auxiliando e facilitando na pesquisa

Ao programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela oportunidade, colaboração da instituição e disponibilidade.

Ao programa Bolsa de Estudos Pró-Mestre que a Universidade Brasil oferece aos funcionários, capacitando e possibilitando o aperfeiçoamento profissional; sem bolsa, não seria possível a realização do mestrado.

“A água de boa qualidade é como a saúde ou a liberdade: só tem valor quando acaba.”

([João Guimarães Rosa](#))

MONITORAMENTO E RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS DE CEPAS DE *Escherichia coli* ISOLADAS DA ÁGUA DO PARQUE DO CARMO – SP

RESUMO

A contaminação dos corpos hídricos por atividades antrópicas pode alterar a qualidade das águas. Dessa forma, objetivou-se com este estudo monitorar a presença e concentração de *Escherichia coli* na água do Parque do Carmo, SP, e avaliar a resistência a antibióticos de cepas isoladas da água. Foram analisados 3 pontos de coletas. Os pontos foram identificados como: P1 – Córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal, P2 - Lagoa secundária sem vegetação ciliar e P3 – Lagoa principal sem vegetação ciliar. Foram mensuradas mensalmente durante um ano, as variáveis de temperatura e pH nos diferentes pontos de coleta. A concentração *E. coli* foi realizada por inoculação das amostras em placas 3M Petrifilm™, incubadas em estufa a 37°C por 48 horas. Os isolados foram semeados em placas de Petri contendo Ágar Mueller Hinton. O perfil de resistência aos antibióticos foi avaliado pela técnica de difusão em disco. A temperatura da água e a pluviosidade foram maiores nos meses de verão, e o pH se enquadrou na faixa estabelecida pela legislação Conama 357/05 (6,0 a 9,0). Coliformes totais foram observados em 100% das amostras. As maiores concentrações foram registradas no P1. Os resultados de *E. coli* estão dentro dos parâmetros definidos em legislação onde o máximo de concentração é 1000 UFC/100 mL de água analisada. As cepas isoladas apresentaram resistência em três pontos, no P1 amoxicilina 41,67%, eritromicina 75,00% e tetraciclina 66,67%; no P2 amoxicilina 33,33%, eritromicina 66,67%, tetraciclina 25%; e P3 eritromicina 91,67%, nitrofurantoína 33,33% e tetraciclina 33,33%. A água do Parque do Carmo possui concentrações de *E. coli* que se enquadram nos limites permitidos para corpos d'água de classe 2. As cepas de *E. coli* isoladas da água do parque demonstraram-se resistentes aos antibióticos amoxicilina, eritromicina e tetraciclina.

Palavras-chave: bactérias, coliformes, ecossistemas aquáticos, esgoto, poluição.

**MONITORING AND RESISTANCE TO ANTIBIOTICS OF
Escherichia coli STRAINS ISOLATED FROM THE WATER OF
CARMO PARK - SP**

ABSTRACT

Contamination of water bodies by anthropic activities can alter water quality. This study aimed to monitor the presence and concentration of *Escherichia coli* in the water of Carmo Park, SP, and to evaluate antibiotic resistance of strains isolated from water. Three collection points were analyzed. The points were identified as: P1 - Stream with preserved riparian forest that supplies the main lagoon, P2 - Secondary lagoon without riparian vegetation and P3 - Main lagoon without riparian vegetation. Temperatures were measured by a portable digital thermometer. The pH was determined by a bench meter. The *E. coli* concentration was performed by inoculation of the samples in 3M Petrifilm™ plates, incubated in an oven at 37°C for 48 hours. The isolates were soed in Petri dishes containing Mueller Hinton Agar. The antibiotic resistance profile was evaluated by the disk diffusion technique. Water temperature and rainfall were higher in the summer months, and pH was close to legislation (6.0 to 9.0). Total coliforms were observed in 100% of the samples. The highest results were visualized in P1. The results of *E. coli* are within the parameters defined in legislation: maximum concentration 1000 CFU/100 mL of water analyzed. The isolated strains showed resistance at three points, in P1 amoxicilline 41.67%, erythromycin 75.00% and tetracycline 66.67%; in P2 amoxicilline 33.33%, erythromycin 66.67%, tetracycline 25%; and P3 erythromycin 91.67%, nitrofurantoin 33.33% and tetracycline 33.33%. The water of Carmo Park has concentrations of *E. coli* that fall within the limits allowed for class 2 bodies of water. *E. coli* strains isolated from park water are more resistant to antibiotics amoxicilline, erythromycin and tetracycline.

Keywords: bacteria, coliforms, aquatic ecosystems, sewage, pollution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Limites da Área de Proteção Ambiental do Parque do Carmo, Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo e Parque do Carmo.	32
Figura 2 – P1 – Córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal.....	32
Figura 3 – Lagoa secundária que abastece a lagoa principal.	33
Figura 4 – Lagoa principal recebe efluentes do P1 e P2.....	34
Figura 5 – Coleta sendo realizada no P1 córrego com mata ciliar.....	35
Figura 6 – Coleta sendo realizada no P2 lagoa secundária.....	35
Figura 7 – Coleta sendo realizada no P3 Lagoa principal.....	36
Figura 8 – Inoculação das amostras coletadas no Parque do Carmo.....	37
Figura 9 – Placa Petrifilm™ 3M.....	37
Figura 10 – Placa Petrifilm™ após 48h de incubação.....	38
Figura 11 – Discos com os antibióticos fixados na placa de Petri.....	39
Figura 12 – Placa de Petri com os halos inibitórios.....	39
Figura 13 – Concentração média de <i>Escherichia coli</i> na água do Parque do Carmo- SP (•) durante as estações do ano e erro padrão (I) com significância de 95%.....	45
Figura 14 – Representação gráfica dos planos fatoriais, Fator 1 versus Fator 2 com método de rotação Varimax em relação às variáveis analisadas no P1 - Córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal do Parque do Carmo - SP (23° 34' 26.739" S 46° 27' 41.413" W).....	47
Figura 15 – Representação gráfica dos planos fatoriais, Fator 1 vs Fator 2, com método de rotação Varimax em relação as variáveis analisadas no P2 - Lagoa secundária sem vegetação ciliar que também abastece a Lagoa principal do Parque do Carmo - SP (23° 34' 31.540" S 46° 27' 58.928" W).....	48
Figura 16 – Representação gráfica dos planos fatoriais, Fator 1 versus o Fator 2 com método de rotação Varimax em relação as variáveis analisadas no P3 – Lagoa principal sem vegetação ciliar do Parque do Carmo - SP (23° 34' 19.330" S 46° 28' 4.539" W).....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características das águas doces superficiais conforme classificação da Resolução CONAMA nº 357.....	21
Tabela 2: Usos e destinação das águas doces superficiais conforme classificação da Resolução Conama nº 357	22
Tabela 3: Antibióticos utilizados para a avaliação do perfil de susceptibilidade dos isolados <i>Escherichia coli</i> da água do Parque do Carmo - Olavo Egydio Setúbal – SP	38
Tabela 4: Temperatura ambiente e da água, em °C, nos pontos de coleta do Parque do Carmo - Olavo Egydio Setúbal –SP, no período de janeiro a dezembro de 2019	41
Tabela 5: Potencial hidrogeniônico (pH) nos pontos de coleta do Parque do Carmo - Olavo Egydio Setúbal - SP, no período de janeiro a dezembro de 2019	42
Tabela 6: Concentração média de coliformes totais, em UFC/ 100mL, nos pontos de coleta do Parque do Carmo – Olavo Egydio Setúbal – SP, no período de janeiro a dezembro de 2019.....	43
Tabela 7: Concentração média de <i>Escherichia coli</i> , em UFC/100mL, nos pontos de coleta do Parque do Carmo – Olavo Egydio Setúbal, no período de janeiro a dezembro de 2019	46
Tabela 8: Porcentagem de resistência a antibióticos dos isolados de <i>E. coli</i> da água do Parque do Carmo – Olavo Egydio Setúbal, no período de janeiro a dezembro de 2019	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APA	Área de Proteção Ambiental
APA	Área de proteção ambiental
CBHs	Comitês de Bacia Hidrográfica
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
OD	Oxigênio dissolvido
OMS	Organização Mundial da Saúde
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidades de Conservação
UFC	Unidades Formadoras de Colônias

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Justificativa.....	16
1.2. Objetivos.....	17
1.2.1. Objetivo geral	17
1.2.2. Objetivos específicos.....	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1. Parques urbanos.....	18
2.2 Política nacional de recursos hídricos	19
2.2.1. Enquadramento dos cursos d'água.....	20
2.2.2. Outorga de direito de uso dos recursos hídricos.....	23
2.3. Qualidade da água	25
2.4. Bactérias do grupo coliforme	28
2.5. Antibióticos e a resistência bacteriana.....	29
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1. Área de estudo – Parque do Carmo Olavo Egydio Setúbal.....	31
3.2. Processamento das amostras	34
3.2.1. Inoculação das amostras	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
5. CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	53
APÊNDICE A – Termo de responsabilidade para coleta no parque.....	61

1. INTRODUÇÃO

A contaminação dos corpos hídricos por meio das atividades antrópicas pode alterar a qualidade das águas e causar prejuízos à saúde humana. A água de muitos parques urbanos está sujeita a contaminações provenientes do processo de urbanização e da falta de saneamento dos municípios.

Um dos problemas enfrentados nos municípios brasileiros é a falta de tratamento de efluentes líquidos, bem como sua forma de lançamento inadequada, o que contribui com a degradação ambiental (CAMPOS; LEITE, 2019). De No Brasil, 43% da população possui esgoto coletado e tratado e 12% fazem uso de fossas sépticas (solução individual), ou seja, 55% possuem tratamento considerado adequado. O atendimento considerado precário está disponível para 18% da população brasileira que tem seu esgoto coletado, porém, não tratado (ANA, 2017). A pior situação acomete 27% da população brasileira que não possui coleta nem tratamento do esgoto (ANA, 2017).

A água é um recurso natural de uso comum e indispensável para a vida, e sua importância para a saúde pública é vastamente reconhecida; entretanto, mais de 2,2 bilhão de pessoas em todo o mundo sofrem com a falta de água tratada, dos quais 35 milhões moram no Brasil (ONU, 2019).

Contudo, padrões de desenvolvimento de forma não sustentável favorecem a degradação ambiental, destruição dos ecossistemas (sendo o aquático o mais prejudicado), influenciam diretamente a maneira de distribuição das doenças e a condição de saúde da população nas diversas camadas sociais (MEDEIROS; LIMA; GUIMARÃES, 2016).

Inúmeras pessoas morrem todos os anos por doenças transmitidas pela água, e uma parte ainda maior sofre com doenças infecciosas, em especial, crianças de até cinco anos. Muitas dessas doenças podem ser evitadas apenas melhorando a distribuição e a qualidade do saneamento das fontes hídricas (LEMLE, 2011).

Segundo a OMS, 2017 (Organização Mundial da Saúde), diversas doenças estão relacionadas a água contaminada, comumente hepatites, colera, diarreia infecciosa, esquistossomose e doenças ocasionadas por bactérias, vírus e parasitas são as causadoras de doenças em humanos.

A fim de determinar a qualidade microbiológica dos ecossistemas aquáticos, são realizadas análises das bactérias indicadoras de contaminação fecal. Dentre elas,

os coliformes totais e termotolerantes são os mais comumente utilizadas. A bactéria *Escherichia coli* é a mais utilizada como parâmetro indicativo de contaminação fecal das águas e possui maior relação com a saúde humana (MELLO; COSTA, 2016).

Com a descoberta dos antibióticos, ocorreu um avanço nos tratamentos de doenças relacionadas à medicina humana e veterinária. A resistência a antibióticos, contudo, foi e sempre será um grande problema para a medicina, como fator associado à mutação e variação dos genes das bactérias, proporcionando uma variabilidade genética (MOTA et al., 2005).

A resistência das bactérias pode ser originada por vários mecanismos, seja ela em microrganismos de uma população ou de diferentes populações que podem estar presentes em animais ou humanos (MOTA et al., 2005). Essa resistência se forma, pois, o genoma das bactérias, apesar de pequeno, é dinâmico. No geral, as atividades essenciais às bactérias ficam codificada por um cromossomo apenas, e as funções não essenciais, como a defesa, transferência gênica, são realizadas por elementos móveis, não associados aos cromossomos (MOTA et al., 2005).

A resistência se consolida de geração em geração. Assim, em um espaço de tempo, a concentração de organismos portadores da resistência será maior em relação aos que não a possuem (MORAES, 2020). A presença de bactérias que apresentam resistência aos antibióticos tem-se mostrado comum, visto que o uso indiscriminado desses compostos na medicina humana e veterinária faz com que esses microrganismos tenham mais contato com os antibióticos, propiciando o surgimento de cepas com maior resistência a diversos tipos de antibióticos (BORTOLOTTI et. al, 2018).

1.1. Justificativa

A qualidade das águas tem papel importante a todos os seres animais, quer como fonte de *dessedentação animal e humana*, atendimento à saúde, recreação, produção agroindustrial e muitos outros usos.

Essa contaminação propicia o aporte de bactérias, que são agentes patogênicos causadores de infecções e outros tipos de doenças, o que prejudica a saúde e o lazer da população e pode gerar problemas de saúde pública como doenças transmitidas pela água.

A realização desta pesquisa se justifica pela importância no monitoramento da presença, concentração e resistência dessas bactérias em áreas abertas como os parques, a fim de se criarem formas de proteção aos mananciais que oferecem águas a esses locais, bem como o estabelecimento de programas de conscientização da população no entorno do parque e seus visitantes.

Acredita-se que o monitoramento da qualidade da água nesses locais e a consequente proteção a esses ambientes evitam a contaminação dos recursos hídricos, que são um bem natural e essencial à vida, além de proteger as comunidades aquáticas e oferecer uma fonte de lazer para os seus visitantes.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Monitorar a presença e concentração de *Escherichia coli* na água do Parque do Carmo - Olavo Egydio Setúbal, SP, e avaliar a resistência das cepas das bactérias isoladas da água aos antibióticos utilizados na pesquisa.

1.2.2. Objetivos específicos

Determinar a presença e concentração de *Escherichia coli* isolada de amostras de água do Parque do Carmo.

Avaliar a resistência das cepas de *Escherichia coli* a diversos tipos de antibióticos.

Analisar os parâmetros físico-químicos da água do Parque do Carmo, como temperatura e pH.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Parques urbanos

Os parques urbanos são áreas verdes com função ecológica, estética e de lazer, com uma extensão maior que as praças e jardins públicos. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2019), as áreas verdes urbanas são tidas como um conjunto de áreas em meio urbano que possuem cobertura vegetal, podendo ser de origem nativa ou introduzida, cujo objetivo é dar qualidade de vida e equilíbrio ambiental na cidade.

Macedo e Sakata (2010, p.14) ressaltam que os parques urbanos são

[...] todo espaço de uso público destinado à recreação de massa, qualquer que seja o seu tipo, capaz de incorporar intenções de conservação e cuja estrutura morfológica é autossuficiente, isto é, não é diretamente influenciada em sua configuração por nenhuma estrutura construída em seu entorno.

Pode-se considerar outra forma de parques, segundo a Lei Nº 9.985/00, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), pela qual pode ser considerado como Unidade de Conservação (UC) de proteção integral e, portanto, de uso restrito, o Parque Nacional que, quando criado pelo município, é denominado Parque Natural Municipal (BRASIL, 2000).

O Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC) faz parte do Cinturão Verde da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, criado em 12 de junho de 2003. Situa-se dentro da Área de Proteção Ambiental Parque e Fazenda do Carmo. Foi a primeira Unidade de Conservação (UC) na capital de São Paulo, constituindo o maior fragmento da Mata Atlântica na região leste de São Paulo (SÃO PAULO, 2015).

O PNMFC foi criado em 12 de junho de 2003 com o nome de **Parque Natural Municipal do Carmo**, por meio do Decreto Municipal nº 43.329, totalizando uma área de 3.958.667,70m². Em 2008, foi ampliado por meio do Decreto nº 50.201 (SÃO PAULO, 2008), quando passou a abranger uma área de 4.497.800,00m² e teve seu nome alterado para **Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo**, a fim de diferenciá-lo do já existente, Parque Municipal do Carmo - Olavo Egydio Setúbal (Parque Urbano) (SÃO PAULO, 2020a).

A Área de Proteção Ambiental (APA) foi criada em 5 de abril de 1989, com regulamentação em 1993. Foi instituído um Conselho Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CADES) nos termos do Art. 22 da Lei Municipal n. 11.426/1993, como órgão consultivo e deliberativo em questões atinentes à preservação, conservação, defesa, recuperação e melhoria do meio ambiente natural, construído e do trabalho, em todo o território do município de São Paulo (SÃO PAULO, 1993). Em decorrência,

propunha como principal objetivo mobilizar a comunidade para a recuperação das áreas degradadas e proteger os fragmentos da Mata Atlântica, que abriga espécies como jequitibá (*Cariniana sp.*), pau d'alho (*Gallesia integrifolia*), canela (*Cinnamomum verum*) e, em sua fauna, gambá (*Didelphis sp.*), jacu (*Penelope sp.*), tatu-galinha (*Dasyopus novemcinctus*) e serpentes (SÃO PAULO, 2015).

2.2. Política nacional de recursos hídricos

Em 8 de janeiro de 1997, foi sancionada a Lei nº 9.433, que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Conhecida como a Lei das Águas fez com que se tornasse um tema de alta importância para políticas públicas (BRASIL, 1997; ASCOM/MMAA, 2017; ANA, 2018).

Conhecida por descentralizar e criar um sistema nacional participativo que integra União e estados, inovou ao instalar comitês de bacias hidrográficas que une poderes públicos, usuários e sociedade civil com vistas a gerir os recursos hídricos. A PNRH é considerada uma lei moderna que criou condições para identificar conflitos pelo uso das águas por meio dos planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas e arbitrar conflitos no campo administrativo (ANA, 2018).

Os instrumentos da PNRH são os planos diretores de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos d'água em classes e suas finalidades, a outorga de direito e uso dos recursos a cobrança pela utilização da água e o sistema nacional de informações sobre os recursos hídricos, que devem ser utilizados no planejamento e gestão das águas (BROCH, 2008).

O Plano de Recursos Hídricos constitui no documento programático para o setor hídrico. Se trata de um extenso trabalho, que consolida os Planos Diretores de Recursos Hídricos, formados por bacia hidrográficas e seus conjuntos, que visa aprimorar com inserção de dados, em busca do desenvolvimento contínuo (BROCH, 2008).

Segundo Neves (2004) e Neves e Cordeiro Netto (2007), o PNRH é o primeiro instrumento da Política a ser implantado em uma bacia hidrográfica, que vai orientar a implementação dos demais instrumentos.

A Agência Nacional das Águas – ANA, atua na implementação do SINGREH para na elaboração de planos de recursos hídricos nas bacias hidrográficas do Brasil,

onde o curso da água passe por mais de um estado ou país. A Agência Nacional das Águas também oferece apoio técnico na elaboração dos planos (ANA, 2020a).

O conteúdo desenvolvido nos planos de recursos hídricos a serem elaborados por bacia hidrográfica será o constituinte base para a implementação dos demais instrumentos que aproveitarão os dados e informações referentes à utilização das águas na bacia, sua qualidade e as demandas atuais e futuras, investimentos e as necessidades do uso; os dados e informações servirão para o enquadramento dos cursos d'água, outorgas e cobrança dos recursos hídricos (BROCH, 2008).

2.2.1. Enquadramento dos cursos d'água

Ainda que a proteção legal das águas brasileiras segue um caminho semelhante ao da proteção ao meio ambiente, ela ocorreu de forma indireta. A água era tratada como secundária sempre visando a outros interesses e, com isso, seu uso era determinado pelo papel econômico e sanitário, ou relativo ao direito de propriedade (O ECO, 2014).

Foi somente após a Constituição de 1988 e com a Lei n 9.433(BRASIL, 1997), que houve o entendimento da necessidade de proteção as águas como um todo, iniciando aí uma gestão preocupada em unir os recursos hídricos à esfera ambiental e garantindo o desenvolvimento sustentável e à conservação do meio ambiente em equilíbrio (O ECO, 2014).

As águas acompanham uma definição descrita na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente Conama nº 357/2005 (CONAMA, 2005) e se apresentam como doces, salinas e salobras. As águas doces possuem salinidade igual ou inferior a 0,5%, águas salobras detêm salinidade superior a 0,5% e inferior a 30% e águas salinas têm salinidade igual ou superior a 30% (CONAMA, 2005).

O que determina a classificação das águas são suas características e sua qualidade em relação aos seus múltiplos usos (BRASIL, 2011b). Assim, é possível determinar qual será sua finalidade e cumprir as exigências estabelecidas para o uso

que se deseja fazer da água. Conforme descrito na Resolução de nº 357 (BRASIL, 2005), são cinco as classificações para os corpos hídricos, identificados na Tabela 1 e Tabela 2, definindo suas características e a finalidade.

Tabela 1: Características das águas doces superficiais conforme classificação da Resolução CONAMA nº 357

Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Livres de material flutuante, espumas, óleos e graxas.	Livres de material flutuante, espumas, óleos e graxas visíveis a olho nu.	Livres de material flutuante, espumas, óleos e graxas visíveis a olho nu.	Livres de material flutuante, espumas, óleos e graxas visíveis a olho nu.	
Não deve possuir substâncias que causem odor, sabor, coloração ou coliformes termotolerantes.	Não deve possuir substâncias que causem odor, sabor, coloração ou coliformes termotolerantes.	Não deve possuir substâncias que causem odor, sabor, coloração ou coliformes termotolerantes (apenas no caso de recreação de contato primário, para os demais usos, limitar a presença de 1.000 coliformes por 100 ml de água em 80% das amostras coletadas).	Mesmas características que a Classe 2, porém, com presença de 2.500 coliformes para recreação de contato primário e para dessedentação de animais, presença de até 1.000 coliformes. Para os demais usos, manter o limite em 4.000 coliformes nas condições anteriores.	Não podem conter substâncias que causem odor ou sabor a níveis de causar objeção, substâncias facilmente sedimentáveis que possam causar o assoreamento dos canais de navegação.
pH dentro do padrão de potabilidade - entre 6,0 e 9,5.	pH dentro do padrão de potabilidade - entre 6,0 e 9,5.	pH dentro do padrão de potabilidade - entre 6,0 e 9,5.	pH fora do padrão de potabilidade - entre 6,0 e 9,5.	pH fora do padrão de potabilidade.
Turbidez abaixo de 40 uT.	Turbidez abaixo de 40 uT.	Turbidez abaixo de 100 uT.	Turbidez acima de 100 uT.	-
Cor verdadeira após processo de centrifugação conforme cor natural do corpo hídrico.	Cor verdadeira após processo de centrifugação conforme cor natural do corpo hídrico.	Cor verdadeira até 75 mg Pt/L.	Cor verdadeira até 75 mg Pt/L.	-
-	-	Densidade de cianobactérias limitada a 50.000 células/ml.	Densidade de cianobactérias com densidade limitada a 50.000 células/ml para dessedentação de animais.	-

Fonte: Conama (2005)

Tabela 2: Usos e destinação das águas doces superficiais conforme classificação da Resolução Conama nº 357

Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Não podem causar efeitos tóxicos aos seres humano.	Não podem causar efeitos tóxicos aos seres humano.	Não podem causar efeitos tóxicos aos seres humano.	Não podem causar efeitos tóxicos agudo aos seres humanos.	Não deve possuir material flutuante, espumas, óleos e graxas tolerados a nível de iridescência.
Consumo humano após desinfecção	Consumo humano após tratamento simplificado - filtração, desinfecção e correção e pH.	Consumo humano após tratamento convencional - coagulação, floculação, desinfecção e correção de pH.	Consumo humano após tratamento que remova constituintes refratários aos tratamentos convencionais e que possam causar cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica.	Destinada a navegação e harmonia paisagística.
pH dentro do padrão de potabilidade - entre 6,0 e 9,5.	Proteção das comunidades aquáticas.	Proteção das comunidades aquáticas.	Irrigação de culturas arbóreas cerealíferas e ferrageiras.	-
Destinada à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.	Recreação de contato primário e atividades que geram contato direto e prolongado com a água, com possibilidade elevada de ingestão durante a prática.	Recreação de contato primário e atividades que geram contato direto e prolongado com a água, com possibilidade elevada de ingestão durante a prática.	Recreação de contato secundário - atividades que o contato com a água pode ocorrer de forma esporádica e a ingestão é apenas acidental.	-
Destinada à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação ambiental	Irrigação de hortaliças consumidas sem cozimento e frutas que se desenvolvem junto ao solo e são consumidas com a casca.	Irrigação de hortaliças, frutas, parques, locais de esporte, onde possa haver contato direto entre o homem e o solo irrigado.	Pesca amadora.	-
	Proteção das comunidades aquáticas em Terras indígenas.	-	Dessedentação animal.	-

Fonte: Conama (2005).

2.2.2. Outorga de direito de uso dos recursos hídricos, cobrança pela utilização da água e SNIRH

A outorga é um instrumento controlador à disposição do Poder Público pelo qual exerce um policiamento por meio de autorização do uso da água sob condições e limites de tempo estabelecido, ocorrendo a fiscalização e suspensão temporária ou definitiva (CAROLO, 2007).

Para quem usa ou pretende usar os recursos hídricos, seja qual for a forma, desde captação das águas a despejo de efluentes, para qualquer ação que interfira no sistema hídrico, a outorga de direito de uso de recursos hídricos precisa ser solicitada ao órgão competente da região onde será utilizada (BRASIL, 2011a).

A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 16, criada em 08 de maio de 2001, institui critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos, estabelecendo critérios para emissão dos atos administrativos pela autoridade outorgante (CONAMA, 2001; ANA, 2013).

Devido à sua importância e complexidade, a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos é um assunto passível de atenção, estando certo que, a partir dela, será efetivada a cobrança pelo uso da água. Constitui-se importante ferramenta para uso e distribuição adequados aos seus usuários (ALMEIDA, 2003)

A outorga tem como função repartir a água disponível entre as demandas existentes ou potenciais, visando à melhoria da população. A outorga está conectada ao crescimento econômico, abastecimento ao público e, principalmente, à sustentabilidade do meio ambiente, controlando sua vazão ecológica (ALMEIDA, 2003).

Na legislação federal, existem três categorias de outorga: a outorga preventiva, a outorga de direito de uso e a declaração de reserva de disponibilidade hídrica. Cada categoria contempla uma ação a ser executada pelo outorgante (BRASIL, 2013).

A outorga preventiva, está destinada a reservar certa vazão passível de ser outorgada, o que possibilita realizar estudos e o planejamento mais apurado ao implantar novos empreendimentos. Seu intuito é assegurar os recursos hídricos, e esse tipo de outorga se faz necessário para grandes empreendimentos, pois o tempo de estudo é mais elevado (BRASIL, 2011a).

A outorga de direito de uso de recursos hídricos confere o direito de uso de recursos hídricos, contudo não autoriza a construção do empreendimento. Para instalar o empreendimento, são necessárias outras autorizações vinculadas ao meio ambiente (ANA, 2013).

A declaração de reserva de disponibilidade hídrica está direcionada ao aproveitamento hidrelétrico e se trata de um documento para garantir a disponibilidade hídrica,

necessária para o aproveitamento hidrelétrico. Futuramente, essa declaração se torna outorga de direito de uso de recursos hídricos (BRASIL, 2011a).

A cobrança pela utilização dos recursos hídricos tem por objetivos: reconhecer a água como um bem público de valor econômico, dando ao usuário uma indicação de seu real valor, incentivando seu uso consciente, captando recursos financeiros para financiar programas dos planos de recursos hídricos e de saneamento; distribuir o custo socioambiental pela degradação e consumo indiscriminado da água, utilizando a cobrança como instrumento de planejamento, gestão integrada e descentralizada do uso da água e seus conflitos (SÃO PAULO, 2020b).

Esse instrumento previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos refere um avanço pela proteção e preservação dos recursos hídricos. Entretanto, tem de ser estudado minuciosamente, pois seus objetivos podem ser obtidos com a cobrança estimada de como será sua utilização. Tal cobrança induz uma melhor forma de consumo consciente por parte da sociedade (MADSEN, 2012).

O valor da cobrança é definido a partir dos usuários, sociedade civil e poder público, no domínio dos comitês de cada Bacia Hidrográfica (CBHs).

Ficou definida simplificada, os que mais poluem iram pagar um valor maior pelo uso do recurso natural e os que menos poluírem iram pagar menos (ANA, 2020b).

Segundo o princípio “quem polui paga mais”, se a população tem direito a um ambiente limpo, cabe ao poluidor arcar com o dano causado. Portanto, se assume determinada atividade e, com essa ação, cause poluição ou degradação de um rio, por exemplo, todo o custo de recuperação ficaria para a fonte causadora (GRANZIERA, 2000).

Também pelo o princípio “usou pagou”, paga-se pela utilização da água em prejuízo dos demais. Como o poluidor não deixa de ser um usuário que utiliza esse recurso natural para diluir e transportar efluentes, há um preceito de que a cobrança recaia sobre o poluidor e o usuário (GRANZIERA, 2000).

O [Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos \(SNIRH\)](#) é um dos instrumentos de gestão previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos. Trata-se de um sistema complexo de coleta e gerenciamento de informações sobre os recursos hídricos, assim como elementos para sua gestão (ANA, 2020c).

Compreendendo a importância do SNIRH, deve-se saber que suas informações irão reger todas as decisões dos órgãos estaduais, conselhos, agentes e comitês de bacias (EOS, 2019).

Sendo de responsabilidade da ANA, o SNIRH agrupa ao menos três tipos de sistemas: Gestão e Análise de dados hidrológicos, Regulação de uso de recursos hídricos e Planejamento e Gestão de recursos hídricos (EOS, 2019).

O SNIRH tem como princípios descentralizar e obter a produção de dados e informações; coordenar e unificar o sistema; e gerar acesso aos dados para a sociedade (ANA, 2020d).

Seus objetivos visam reunir, dar consistência e propagar as informações obtidas sobre a situação dos recursos hídricos em território nacional; atualizar sempre as informações em questão de disponibilidade e demanda; fornecer dados para a elaboração dos planos de recursos hídricos (ANA, 2020d).

Seu conteúdo informativo possui as divisões hidrográficas, quantidade e qualidade das águas, usos da água, planos de recurso hídricos, entre outros são sistemas de informações bem completos para a elaboração de estudos (ANA, 2020e).

2.3. Qualidade da água

A água contém, geralmente, diversos componentes que provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas. Para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam suas características físicas, químicas e biológicas (BRASIL, 2014).

Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água, as impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso. Os principais indicadores de qualidade da água estão separados quanto aos aspectos físicos, químicos e biológicos (BRASIL, 2014).

A qualidade da água possuem sua divisão em classes, em consequência, os parâmetros de qualidade de água também: os parâmetros físicos são cor, turbidez, temperatura, sabor e odor (LAGES, 2018).

A cor da água evidencia a existência de substâncias dissolvidas, geralmente de origem orgânica, podendo ser também de origem mineral ferro e manganês, por formação de algas e por efluentes domésticos (ÁGUA, 2015).

A cor da água pode ser dividida em: aparente e verdadeira. Na cor aparente, a turbidez é causadora de interferência, por isso essa coloração se denomina aparente segundo o que o ser humano observa, embora o que realmente ocorre é a reflexão e dispersão da luz sobre as partículas suspensas na água (MUCCIACITO, 2012).

A cor verdadeira pode ser obtida no laboratório pela centrifugação ou filtração da amostra. A determinação da cor se representa por 1mg de platina em 1 litro de água denominada unidade de Hazen (BRASIL, 2014).

A turbidez tem como causa a presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas (BRASIL, 2014). A turbidez pode ser entendida como a medida do **espalhamento de luz** produzido pela presença de partículas em suspensão ou coloidais, sendo expressa como Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU – *Nephelometric Turbidity Unity*) (SOUZA, 2017).

A temperatura influencia principalmente a viscosidade da água, e em outros parâmetros físico-químicos; tensão e viscosidade são alguns deles. Todos os corpos de água sofrem variações térmicas no dia e nas estações do ano, porém, lançamento de efluente com alta temperatura pode ter um impacto grande nos corpos de água (BRASIL, 2020).

Sabor e odor decorrem de causas naturais como algas, vegetação em decomposição, bactérias, fungos, compostos orgânicos como gás sulfídrico, sulfatos e de origem antrópica como esgotos domésticos e industriais (BRASIL, 2014).

A turbidez não apresenta riscos à saúde desde que não seja de origem de despejos contendo tóxicos e patógenos diluídos na água, mas a cor é uma característica estética a não ser ignorada (LAGES, 2018).

Os sólidos totais são substâncias caracterizadas pela rigidez e forma própria. Mesmo após sofrer influências externas como secagem e calcinação, ainda permanecem nas águas, naturais ou residuais, e são classificados em dissolvido e em suspensão (SOARES; FERREIRA, 2017). Como a condutividade elétrica indica a habilidade de condução de corrente elétrica, decorrente da presença de íons, tal propriedade muda de acordo com a concentração de substâncias dissolvidas na água, temperatura, mobilidade dos íons (SOARES; FERREIRA, 2017).

Os parâmetros químicos estão relacionados a vários critérios, como pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro, manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, micropoluentes orgânicos e inorgânicos (SAAE, 2019).

O **pH** (potencial hidrogeniônico) representa o equilíbrio entre íons H⁺ e íons OH⁻; varia de 0 a 14, indica se uma água é ácida, neutra ou alcalina e depende de sua origem, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos (BRASIL, 2014).

A alcalinidade é causada por sais alcalinos, principalmente sódio e cálcio; mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos. **A dureza** resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos cálcio e magnésio (BRASIL, 2014).

Ao contrário da alcalinidade, a acidez mede a capacidade de suportar as variações de pH. A origem da acidez pode ser de origem natural ou origem antrópica (BRASIL, 2014).

A presença de ferro e manganês nos corpos d'água proporciona uma coloração avermelhada e a sensação de adstringência. Esses compostos podem provir do ambiente ou efluentes domésticos (LAGES, 2018).

Os cloretos derivam da dissolução de minerais ou de água do mar, e podem ser de esgotos domésticos e industriais. Quando em alta concentração, proporcionam sabor salgado aos corpos d'água (ÁGUA, 2015).

O **oxigênio dissolvido (OD)** é essencial para a vida aquática e processos dos sistemas aquáticos naturais; valores de 5,0 mg/L são o mínimo exigido estabelecido pela Conama 357/05 em corpos de água classe 2 (CONAMA, 2020; SÃO PAULO, 2020c).

A **matéria orgânica na água** como fonte de nutrição é importante aos seres heterótrofos, enquanto aos seres autótrofos serve como fonte de sais de e CO₂. Em grandes concentrações, podem causar alguns problemas aos corpos d'água (ÁGUA, 2015).

Micropoluentes orgânicos são de origem química presente em medicamentos, cosméticos, defensivos agrícolas entre outros. Os efluentes sanitários e hospitalares vêm a ser a principal fonte de entrada no meio ambiente (ALVES; GIRARDI; PINHEIRO, 2017). Por outro lado, micropoluentes inorgânicos são de metais pesados dissolvidos ou em suspensão na água; arsênio, cádmio, prata, mercúrio, de origem da agricultura e indústria representam perigo devido sua toxicidade (LAGES, 2018).

Os parâmetros biológicos têm como composição: algas, bactérias decompositoras e microrganismos patogênicos, que são indicadores de contaminação fecal caracterizando a não potabilidade aos humanos (LAGES, 2018).

As algas desempenham um papel importante no ambiente aquático, produzindo grande parte do oxigênio dissolvido nas águas, em excesso, porém, pode causar eutrofização das águas, o que acarreta alguns problemas de qualidade da água (ÁGUA, 2015).

As algas são um conjunto de organismos que realizam fotossíntese, sua ocorrência está em meio aquático, em deriva nos corpos d'água são classificados como fitoplâncton, fonte de alimento para o zooplâncton (BRITES, 2016).

Além de ser base em uma cadeia alimentar extensa, as algas são responsáveis por uma grande produção de oxigênio, é estimado em torno de 90% do oxigênio presente na atmosfera, sendo de suma importância para a vida no planeta (BRITES, 2016).

2.4. Bactérias do grupo coliforme

Bactérias do grupo coliforme abrangem mais de vinte espécies, sendo elas de origem do trato gastrointestinal de animais homeotérmicos, como a *Escherichia coli*. Existem outras espécies de origem não intestinal que, em grande maioria, não se encontram em água potável (CASTRO, 2018).

Existem dois grupos de bactérias coliformes: totais e termotolerantes. Coliformes totais são formados por enterobactérias que fermentam lactose e produzem gás a 35°C. A fermentação é um método tradicional para detecção de coliformes totais (CASTRO, 2018).

Coliformes termotolerantes são bactérias capazes de fermentar lactose em temperaturas de 44°C e 45°C, além de estarem presente em animais homeotérmicos. Comumente, ocorrem em solos, plantas e em ambientais sem contaminação de origem fecal. Não são encontradas apenas em corpos d'água: pesquisas comprovam que muitos distúrbios alimentares estão ligados a hábitos de higiene básica (SANTOS, 2020).

Bactérias do gênero *Escherichia* são as mais utilizadas para a análise da qualidade de água, quanto à presença de coliformes, pois elas estão presentes em animais homeotérmicos e contribuem para a identificação de possível contaminação por fezes ou esgoto (CANAL, 2010).

A *Escherichia coli* é bactéria em forma de bastonete, anaeróbia facultativa. Seu habitat primário é o trato gastrointestinal de humanos e outros animais endotérmicos. É considerada um indicador de qualidade de água e alimentos através da análise de coliformes fecais (ARAGUAIA, 2019).

Normalmente, a *E. coli* habita o intestino sem causar problemas de saúde. No entanto, ao se direcionar para a circulação sanguínea ou outras regiões do corpo, é capaz de provocar infecções (ARAGUAIA, 2019).

Segundo Cruz (2019), tal quadro pode ser ocasionado pela ingestão de água ou alimentos contendo cepas da bactéria infectada por fezes de indivíduos contaminados, pelo contato com animais doentes e por meio de profissionais da saúde ou instrumentais médicos contaminados.

Entre outras infecções de origem bacteriana ligada a *E. coli* estão: infecção da glândula prostática ([prostatite](#)), infecção da vesícula biliar, infecções que surgem depois de [apendicite](#) e de [diverticulite](#), infecções de feridas incluindo feridas abertas durante cirurgias, infecções em [úlceras de decúbito](#), infecções do pé em pessoas com diabetes, [pneumonia](#), [meningite em recém-nascidos](#), [infecções da corrente sanguínea](#) (BUSH; SCHMIDT, 2018).

Segundo Hauser (2009, 2010), descreve que a *E. coli* está frequentemente ligada às infecções acometidas em hospitais. Madigan et al. (2010) mencionam que essa bactéria contém um potencial de resistência a vários antibióticos, por seu uso indiscriminado ocorrendo resistência natural aos antibióticos.

2.5. Antibióticos e a resistência bacteriana

Conforme Tavares (2000), a resistência a antibióticos se trata de um fenômeno genético, que se relacionam a existência de genes que compilam diferentes mecanismos que inibem a ação das drogas. Uma outra forma de resistência é na transferência genica entre seres da mesma linhagem (TAVARES, 2000).

A utilização intensiva e desordenada dos medicamentos implica o surgimento de vários novos patógenos com a resistência adquirida, o que reduz em muito na luta das infecções (BLAIR et al., 2015).

A multirresistência bacteriana é considerada um problema mundial para o serviço de saúde. As infecções causadas por essas bactérias têm causado mortes pelo mundo, principalmente nos países considerados subdesenvolvidos (DEL PELOSO; BARROS; SANTOS, 2010; NICOLINI et al., 2013).

Uma pesquisa da ONU (2019) revelou que, até 2050, 10 milhões de pessoas no mundo poderão morrer a cada ano devido a doenças resistentes a [medicamentos](#). Segundo o levantamento, infecções que não respondem a remédios já são

responsáveis por pelos menos 700 mil óbitos anualmente. Dessas mortes, 230 mil são causadas por formas de tuberculose capazes de sobreviver a diferentes fármacos.

Devido ao não conhecimento por parte da população acerca dos riscos de automedicação, a resistência das bactérias tende a aumentar (PEIRANO et al., 2009).

Antibióticos são metabolizados pelo corpo, entretanto pequenas quantidades são eliminadas e transportadas para as estações de tratamento de efluentes, ao consumir as bactérias começam a expressar genes de resistência, mutando seu código genético (ÁGUA, 2019).

Esses genes de resistência, potencialmente nocivos e perigosos em processos no tratamento de efluentes, são passados para as novas linhagens de bactérias e entre bactérias locais em um processo denominado transferência horizontal. Conforme a bactéria se alimenta, reproduz e cresce, acumula-se um excesso chamado biomassa que, em uma típica estação de tratamento de efluentes, gera toneladas diárias de biomassa. A biomassa resultante das bactérias é utilizada como fertilizante para agricultura e pecuária (ÁGUA, 2019).

Portanto deve ser intensificado o controle e manutenção dos recursos hídricos, bem como todo o despejo dos efluentes de forma controlada e somente após a purificação devolver aos corpos d'água.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo – Parque do Carmo Olavo Egydio Setúbal

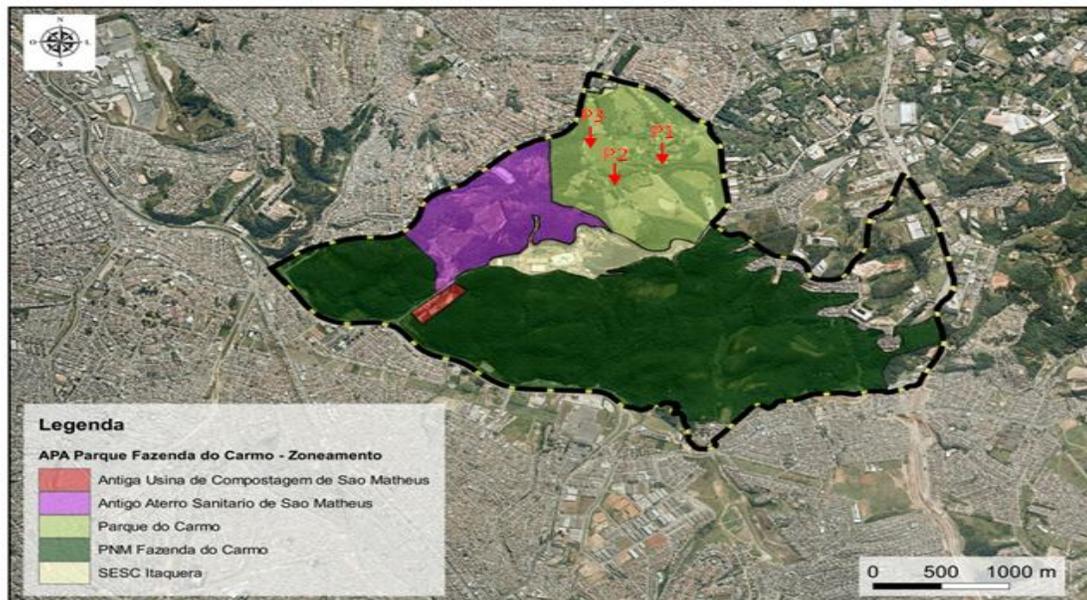
O Parque do Carmo - Olavo Egydio Setúbal encontra-se na região Leste de São Paulo em uma Unidade de Conservação. É um local de muita visitação por ser arborizado e oferecer lazer à população local.

Para avaliar a qualidade da água do parque, foram coletadas amostras de água durante os meses de janeiro a dezembro de 2019 em três pontos distintos. Os pontos de coleta foram georreferenciados e identificados como: P1 – Córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal ($23^{\circ} 34' 26.739''$ S $46^{\circ} 27' 41.413''$ W); P2 - Lagoa secundária sem vegetação ciliar que também abastece a Lagoa principal ($23^{\circ} 34' 31.540''$ S $46^{\circ} 27' 58.928''$ W); e P3 – Lagoa principal sem vegetação ciliar ($23^{\circ} 34' 19.330''$ S $46^{\circ} 28' 4.539''$ W) (Figura 1).

As amostras foram coletadas em três pontos distintos do parque:

- a) no ponto 1 (P1), um córrego com mata ciliar que recebe água da nascente (Figura 2);
- b) no ponto 2 (P2), uma lagoa secundária que abastece a lagoa principal (Figura 3);
- c) no ponto 3 (P3), lagoa principal onde recebe recursos do P1, P2 e outros afluentes do parque (Figura 4).

A temperatura ambiente e da água dos pontos de coleta foi mensurada *in situ* por meio de um termômetro digital portátil Incotherm. O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado no laboratório com auxílio de um medidor de pH de bancada Hiperquímica.



P1 – Córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal ($23^{\circ} 34' 26.739''$ S $46^{\circ} 27' 41.413''$ W), P2 - Lagoa secundária sem vegetação ciliar que também abastece a Lagoa principal ($23^{\circ} 34' 31.540''$ S $46^{\circ} 27' 58.928''$ W) e P3 – Lagoa principal sem vegetação ciliar ($23^{\circ} 34' 19.330''$ S $46^{\circ} 28' 4.539''$ W).

Figura 1 – Limites da Área de Proteção Ambiental do Parque do Carmo, Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo e Parque do Carmo.

Fonte: Adaptado de Muzio (2019).



Figura 2 – P1 – Córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal

Fonte: Próprio autor (2020).



Figura 3 – Lagoa secundária que abastece a lagoa principal.
Fonte: Próprio autor (2020).



Figura 4 – Lagoa principal recebe efluentes do P1 e P2.
Fonte: Próprio autor (2020).

3.2. Processamento das amostras

Coleta realizada nos pontos indicados de pesquisa (Figuras 5, 6 e 7).



Figura 5 – Coleta sendo realizada no P1 córrego com mata ciliar.
Fonte: Próprio autor (2020).



Figura 6 – Coleta sendo realizada no P2 lagoa secundária.
Fonte: Próprio autor (2020).



Figura 7 – Coleta sendo realizada no P3 Lagoa principal.
Fonte: Próprio autor (2020).

3.2.1. Inoculação das amostras

A identificação e avaliação da concentração de bactérias da espécie *E. coli* foi realizada por inoculação de 1 mL das amostras de água de cada ponto de coleta, em duplicata (Figura 8) em placas 3M Petrifilm™ (Figura 9), contendo nutrientes do meio Vermelho Violeta Bile para contagem de *Escherichia coli* e coliformes termotolerantes. As placas inoculadas foram incubadas em estufa bacteriológica à temperatura de 37°C por 48 horas. Após esse período, foi realizada a contagem das Unidades Formadoras de Colônias (UFC) com auxílio de uma lupa.

Os isolados foram semeados com o auxílio de *swabs* estéreis em placas de Petri de 150mm contendo 20mL de Ágar Mueller Hinton, padrão utilizado com escala 0,5 de MacFarland.



Figura 8 – Inoculação das amostras coletadas no Parque do Carmo.
Fonte: Próprio autor (2020).

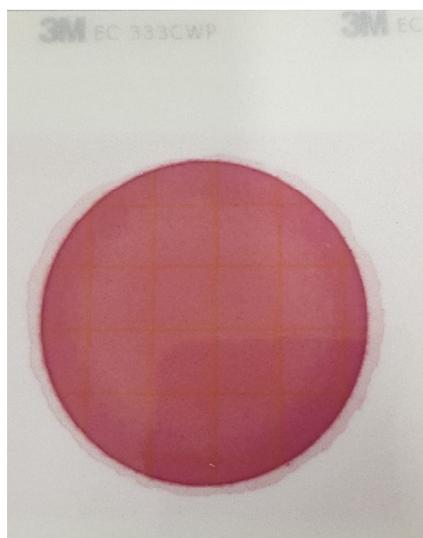


Figura 9 – Placa Petrifilm™ 3M.
Fonte: Próprio autor (2020).

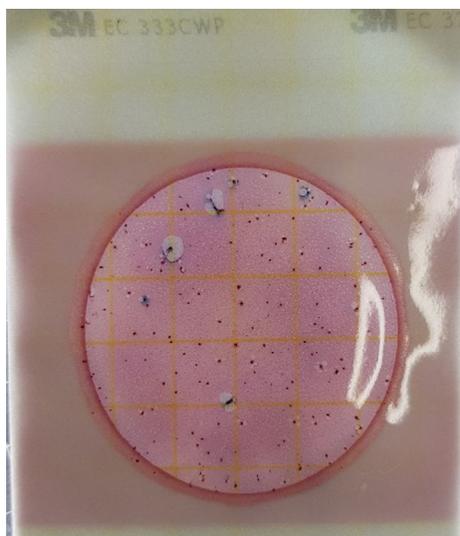


Figura 10 – Placa Petrifilm™ após 48h de incubação.

Fonte: Próprio autor (2020).

O perfil de susceptibilidade aos antibióticos foi avaliado pela técnica de difusão em Ágar Muller Hinton. Os isolados tiveram sua susceptibilidade testada frente a 10 antibióticos (BAUER et al., 1966) (Tabela 3).

Tabela 3: Antibióticos utilizados para a avaliação do perfil de susceptibilidade dos isolados *Escherichia coli* da água do Parque do Carmo - Olavo Egídio Setúbal – SP

Antibióticos	Sigla	Concentração do disco
Amicacina	AMI	30µg
Amoxicilina	AMC	20/10µg
Cefepima	COM	30µg
Ciprofloxacina	CIP	30µg
Eritromicina	ERI	15µg
Gentamicina	GEN	10µg
Levofloxacina	LVX	5µg
Nitrofurantoína	NIT	300µg
Norfloxacina	NOR	10µg
Tetraciclina	TET	30µg

Fonte: Adaptado de CLSI (2014).

Os discos com os antibióticos foram dispostos com auxílio de uma pinça estéril nas placas semeadas com as cepas das bactérias (Figura 11). As placas foram incubadas por 24h a 35°C em estufa bacteriológica. Após o período de incubação, os

diâmetros dos halos de inibição foram medidos (Figura 12), e os resultados, avaliados com base nos critérios estabelecidos pelo CLSI (2014, 2019) que permite classificar o perfil de cada isolado em sensível, intermediário e resistente. Os isolados foram considerados multirresistentes quando apresentaram resistência a dois ou mais antibióticos.

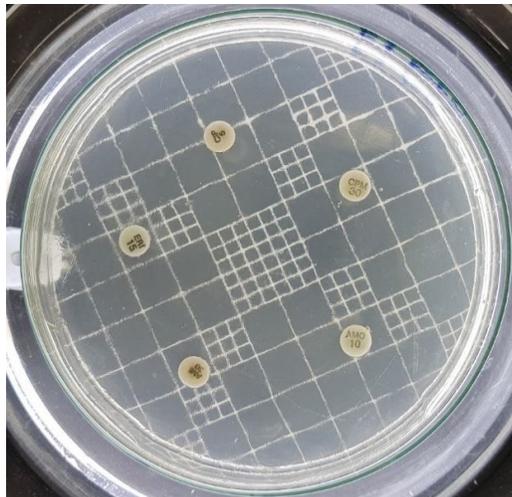


Figura 11 – Discos com os antibióticos fixados na placa de Petri.
Fonte: Próprio autor (2020),

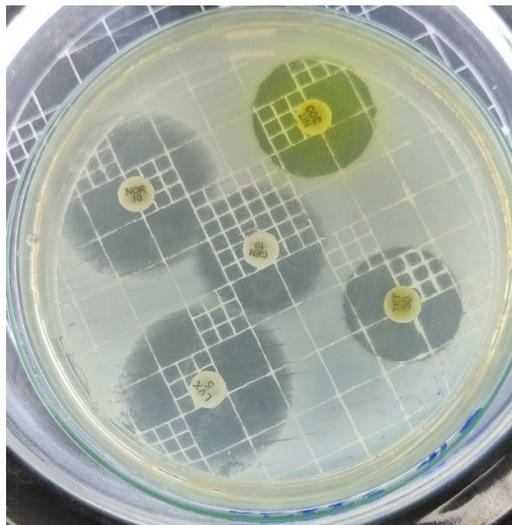


Figura 12 – Placa de Petri com os halos inibitórios.
Fonte: Próprio autor (2020).

Os corpos d'água do Parque do Carmo - Olavo Egydio Setúbal não dispõem de enquadramento de suas águas. Assim, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 357/05, “enquanto não aprovados os respectivos

enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2” (CONAMA, 2005, Art. 42, p. 26). Utilizou-se essa classificação a fim de analisar as condições em que se encontram as águas da área do estudo. Como a água do parque também é utilizada para banho e atividades de recreação de contato primário e secundário, os resultados encontrados foram avaliados e comparados com os padrões de balneabilidade estabelecidos na Resolução CONAMA 274/2000 (CONAMA, 2000).

Os resultados das análises de temperatura, potencial hidrogeniônico, concentração de coliformes totais e *Escherichia coli* foram submetidos ao programa Excel 2019 para análise das médias mensais dos pontos de coleta, observado o desvio padrão mensal em todos os critérios analisados.

Os dados da pesquisa foram submetidos ao método Varimax, no qual se utilizaram os quatro fatores (temperatura, pH, coliformes totais e *coli*) para cada variável em cada ponto de coleta e suas comunalidades. Duas variáveis serão altamente correlacionadas se tiverem altas cargas no mesmo fator, porcentagem (%) da variabilidade nos dados explicados pelo Fator ou se apresentarem próximas no mesmo setor (NEISSE; HONGYU, 2016). Valores menores que 0,5 são considerados inaceitáveis, e valores entre 0,5 e 0,7 são considerados medíocres; valores entre 0,7 e 0,8 são considerados bons e valores maiores que 0,8 e 0,9 são considerados ótimos e excelentes (HUTCHESON; SOFRONIQU, 1999).

Após a determinação das variáveis e a tabulação dos resultados, a fim de diferenciar estatisticamente as médias obtidas nos pontos de coleta estudados, adotou-se o critério de Gravetter e Wallnau (1995), segundo o qual a diferença estatística ocorre quando não há sobreposição dos limites superior e inferior dos valores da média, somados ao erro padrão da média. As análises estatísticas foram conduzidas utilizando-se o Software Minitab (2018).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura ambiente do Parque do Carmo variou de 23,6°C (junho) a 36,4°C (dezembro) durante o ano. As menores temperaturas da água nos 3 pontos de coleta do parque foram registradas no mês de junho com a média mensal de 17,8°C. A maior temperatura média da água (27,8°C) foi registrada no mês de fevereiro. Em todos os meses, as menores temperaturas da água foram registradas no P1 – Córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal e possui vegetação ciliar e o sombreamento da vegetação favorece a ocorrência de temperaturas menores da água por não receber a radiação solar direta. As temperaturas mais elevadas ocorreram no P3 (Lagoa principal sem vegetação ciliar), por estar exposto à radiação solar direta devido à ausência de vegetação no seu entorno (Tabela 4).

Tabela 4: Temperatura ambiente e da água, em °C, nos pontos de coleta do Parque do Carmo - Olavo Egídio Setúbal –SP, no período de janeiro a dezembro de 2019

Mês	Temperatura (°C)					
	Ambiente	P1	P2	P3	Média	Desvio Padrão
Janeiro	30,2	21,9	26,8	30,0	26,2	4,08
Fevereiro	31,0	23,5	30,0	30,0	27,8	3,75
Março	28,3	21,1	28,5	29,3	26,3	4,52
Abril	31,2	21,2	26,4	28,2	25,2	3,64
Maiο	31,4	21,2	26,4	28,2	25,2	3,64
Junho	23,6	15,8	17,1	20,5	17,8	2,43
Julho	27,3	16,8	19,4	20,4	18,8	1,86
Agosto	27,8	16,9	21,4	21,7	20,0	2,69
Setembro	29,5	18,8	26,6	25,7	23,7	4,27
Outubro	35,6	22,5	29,7	30,9	27,7	4,54
Novembro	25,3	18,3	22,2	23,7	21,4	2,79
Dezembro	36,4	21,3	26,9	29,1	25,7	4,02

P1 – Córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal (23° 34' 26.739" S 46° 27' 41.413" W), P2 - Lagoa secundária sem vegetação ciliar que também abastece a Lagoa principal (23° 34' 31.540" S 46° 27' 58.928" W) e P3 – Lagoa principal sem vegetação ciliar (23° 34' 19.330" S 46° 28' 4.539" W).

Fonte: Próprio autor (2020).

Os valores do pH da água, no período de janeiro a dezembro de 2019, tiveram uma variação entre 7,44 (P2) e 9,60 (P3). As menores médias de pH da água do

parque foram observadas nos meses de agosto (7,60) e setembro (7,81). Apenas no P3, nos meses de janeiro a maio, o valor do pH apresentou-se acima do limite estabelecido pelas Resoluções Conama nº 357/05 (CONAMA, 2005) e Conama 274/2000 (CONAMA, 2000), que limitam o valor de pH entre 6,00 e 9,00. Esses valores acima do limite podem estar relacionados às condições climáticas, por ser um local exposto ao sol intenso, propiciando a proliferação das algas e, conseqüentemente, aumentando o pH das amostras (Tabela 5). Por ser a Lagoa principal do parque, o P3 recebe as águas tanto do P2 como do P1. Segundo Von Sperling (2005), os corpos de água com valores de pH superiores a 9,00 favorecem a proliferação de algas.

Tabela 5: Potencial hidrogeniônico (pH) nos pontos de coleta do Parque do Carmo - Olavo Egydio Setúbal - SP, no período de janeiro a dezembro de 2019

Mês	pH				
	P1	P2	P3	Média	Desvio Padrão
Janeiro	8,45	8,75	9,48	8,89	0,53
Fevereiro	8,68	8,58	9,31	8,86	0,40
Março	8,20	8,36	9,54	8,70	0,73
Abril	8,18	8,50	9,07	8,58	0,45
Mai	8,69	9,00	9,60	9,10	0,46
Junho	8,40	8,35	8,25	8,33	0,08
Julho	8,51	8,35	7,63	8,16	0,47
Agosto	7,51	7,44	7,84	7,60	0,21
Setembro	7,75	7,60	8,09	7,81	0,25
Outubro	7,66	8,98	8,55	8,40	0,67
Novembro	8,17	8,76	8,21	8,38	0,33
Dezembro	7,85	8,51	7,94	8,10	0,36

P1 – Córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal (23° 34' 26.739" S 46° 27' 41.413" W), P2 - Lagoa secundária sem vegetação ciliar que também abastece a Lagoa principal (23° 34' 31.540" S 46° 27' 58.928" W) e P3 – Lagoa principal sem vegetação ciliar (23° 34' 19.330" S 46° 28' 4.539" W).

Fonte: Próprio autor (2020).

As Resoluções Conama 274/2000 (CONAMA, 2000) e Conama 357/2005 (CONAMA, 2005) não estabelecem um limite para concentração de coliformes totais em águas superficiais, independentemente do tipo de uso da água. Sabe-se que os coliformes totais não são encontrados exclusivamente em fezes humanas e de

animais. Esse grupo de bactérias também pode ser encontrado em solos, plantas ou qualquer efluente contendo matéria orgânica (CONAMA, 2000).

As maiores concentrações de coliformes totais foram registradas no P1 (córrego que abastece a Lagoa principal) nos meses de fevereiro (12100 UFC/100mL) e outubro (12000 UFC/100ml). Essa maior concentração pode estar associada à presença de vegetação ciliar no entorno do P1, que propicia o aporte de matéria orgânica vegetal nos períodos chuvosos, como no mês de fevereiro, uma vez que essas bactérias podem ser encontradas em plantas. No mês de outubro, houve uma obstrução do fluxo da água no P1, propiciando um acúmulo de sedimento e matéria orgânica, o que sugere o aumento do valor de coliformes totais.

As menores médias de concentração de coliformes totais em todos os pontos de monitoramento do parque ocorreram nos meses de menores precipitações (julho, agosto e setembro). Esses resultados indicam que a chuva é um fator que influencia a concentração dessas bactérias na água, visto que os coliformes totais presentes no solo, em matéria orgânica e na vegetação são transportados para as águas nos períodos chuvosos (Tabela 6).

Tabela 6: Concentração média de coliformes totais, em UFC/ 100mL, nos pontos de coleta do Parque do Carmo – Olavo Egydio Setúbal – SP, no período de janeiro a dezembro de 2019

Mês	Pontos de coleta				
	P1	P2	P3	Média	Desvio Padrão
Janeiro	2300	2650	2350	2433,33	189,30
Fevereiro	12100	4150	1850	6033,33	5378,27
Março	7850	10650	2350	6950,00	4222,56
Abril	7250	7300	2750	5766,67	2612,63
Mai	1600	1250	1700	1516,67	236,29
Junho	3050	1950	850	1950,00	1100,00
Julho	1300	200	1200	900,00	608,28
Agosto	1500	350	300	716,67	678,85
Setembro	1550	650	500	900,00	567,89
Outubro	12000	800	250	4350,00	6630,80
Novembro	1000	1450	1350	1266,67	236,29
Dezembro	1750	1100	1100	1316,67	375,28

P1 – Córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal (23° 34' 26.739" S 46° 27' 41.413" W), P2 - Lagoa secundária sem vegetação ciliar que também abastece a Lagoa principal (23° 34' 31.540" S 46° 27' 58.928" W) e P3 – Lagoa principal sem vegetação ciliar (23° 34' 19.330" S 46° 28' 4.539" W).

Fonte: Próprio autor (2020).

A concentração de *Escherichia coli* pode ser utilizada em substituição ao parâmetro de coliformes termotolerantes de acordo com os limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente (CONAMA, 2005). Se o uso da água for destinado à recreação onde ocorre contato primário com a água, como esqui aquático e natação, devem-se seguir os critérios de padrão de qualidade estabelecidos na Resolução Conama 274/2000 (CONAMA, 2000).

Em todos os pontos de monitoramento da qualidade microbiológica da água do parque no período analisado, as concentrações de *E. coli* se enquadraram no limite de 1000 UFC/100ml, conforme estabelecido pela Resolução Conama 357/2005 para corpos hídricos de classe 2 (CONAMA, 2005).

De acordo com as análises microbiológicas, a água do P2 (Lagoa secundária sem vegetação ciliar que também abastece a Lagoa principal) e do P3 (Lagoa principal sem vegetação ciliar) é própria para banho e se inclui na categoria de água excelente para recreação de contato primário. Segundo a Resolução Conama 274/2000, para ser considerada excelente para banho, a água deve apresentar no máximo 200 UFC/100ml de *E. coli* em 80% das amostras de água colhidas no mesmo local em determinado período (CONAMA, 2000).

A água do córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal do parque (P1) é própria para banho, no entanto se inclui na categoria de água muito boa para banho. Conforme a Resolução Conama 274/2000, para ser considerada muito boa para banho, a água deve apresentar no máximo 400 UFC/100ml de *E. coli* em 80% das amostras de água colhidas no mesmo local em determinado período (CONAMA, 2000).

As maiores concentrações médias de *E. coli* na água do parque foram registradas nas estações de primavera e verão (Figura 13). Vale ressaltar, que no mês de agosto (inverno) não foram identificadas amostras com presença de colônias de *E. coli*. Esses resultados indicam uma melhora na qualidade microbiológica da água nos períodos de menores precipitações, pois a chuva pode favorecer o aporte desses microrganismos (presentes em fezes de animais do parque) na água.

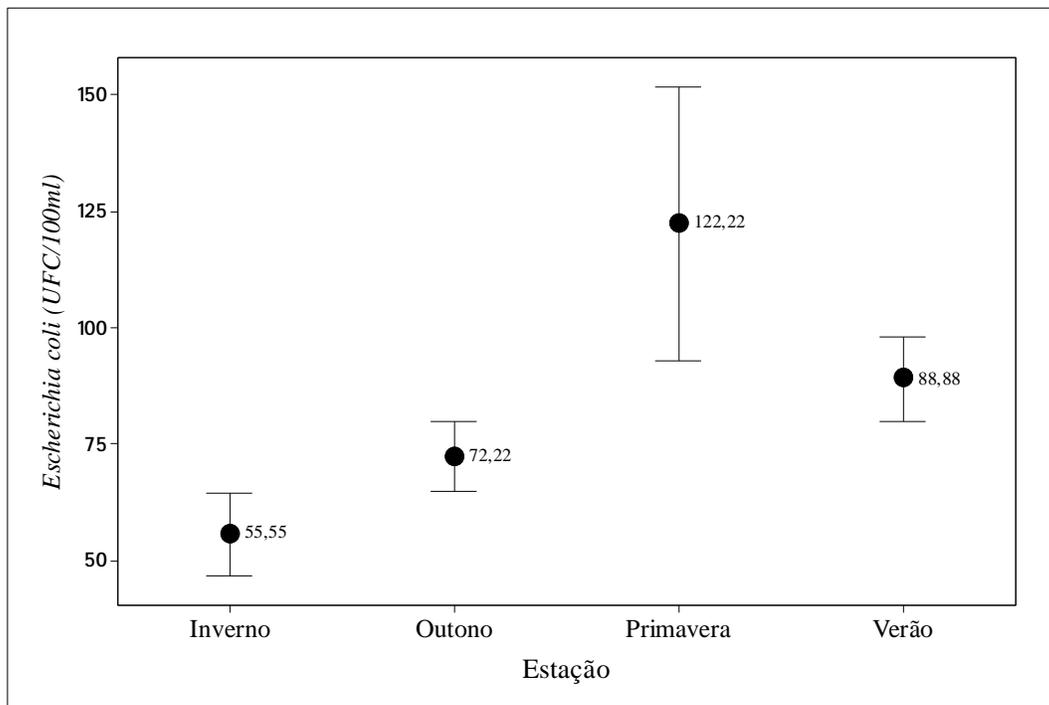


Figura 13 – Concentração média de *Escherichia coli* na água do Parque do Carmo- SP (•) durante as estações do ano e erro padrão (I) com significância de 95%.

Fonte: Próprio autor (2020).

No mês de novembro, foi detectada a maior concentração de *E. coli* na água (900 UFC/100ml) do parque. Essa concentração registrada no P1 encontra-se abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 357/2005 para classe 2 (CONAMA, 2000). Em relação à balneabilidade, como essa concentração foi encontrada em apenas uma amostra do P1, não se pode caracterizar esse local como impróprio para banho. Este resultado pode estar relacionado ao acúmulo de matéria orgânica no local e a presença de animais homeotérmicos observados durante a coleta (Tabela 7). O lançamento de esgoto e o escoamento superficial são fatores que contribuem com o aporte de microrganismos de origem fecal (humana ou animal) como *E. coli* em ambientes aquáticos (RIBEIRO; NOGARINI; AMÉRICO-PINHEIRO, 2017).

A transmissão dos microrganismos para os seres humanos é realizada por via cutânea ou por ingestão de água contaminada, por contato primário com águas de recreação e até mesmo por ingestão de líquidos ou alimentos contaminados que podem ser infectados durante o preparo ou no ambiente de origem. Podem ser encontrados nos esgotos mais de 100 organismos patogênicos entéricos, como vírus, parasitas e bactérias (YAMAGUCHI et. Al, 2013).

De acordo com esse parâmetro microbiológico de qualidade, a água do parque pode ser utilizada para atividades de recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho sem comprometer a saúde da população que frequenta o local.

Tabela 7: Concentração média de *Escherichia coli*, em UFC/100mL, nos pontos de coleta do Parque do Carmo – Olavo Egydio Setúbal, no período de janeiro a dezembro de 2019

Mês	Pontos de coleta				
	P1	P2	P3	Média	Desvio Padrão
Janeiro	50	50	0	33,33	28,86
Fevereiro	100	100	0	66,67	57,73
Março	250	50	0	100,0	132,28
Abril	0	50	100	50,0	50,00
Maio	50	50	100	66,67	28,86
Junho	250	150	0	133,33	125,83
Julho	50	50	0	33,33	28,86
Agosto	0	0	0	0,00	0,00
Setembro	0	50	0	16,67	28,86
Outubro	0	0	50	16,67	28,86
Novembro	900	100	0	333,33	493,29
Dezembro	100	300	100	166,67	115,47

P1 – Córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal (23° 34' 26.739" S 46° 27' 41.413" W), P2 - Lagoa secundária sem vegetação ciliar que também abastece a Lagoa principal (23° 34' 31.540" S 46° 27' 58.928" W) e P3 – Lagoa principal sem vegetação ciliar (23° 34' 19.330" S 46° 28' 4.539" W).

Fonte: Próprio autor (2020).

Após avaliação estatística dos dados, observou-se que, em todos os pontos de coleta de água do parque, as variáveis de pH e *E. coli* apresentaram maior relação entre si, ou seja, possuem maior valor de carga fatorial. O mesmo tipo de relação ocorreu entre as variáveis de temperatura da água e temperatura ambiente (Figuras 14, 15 e 16).

A bactéria *E. coli* é capaz de crescer em pH entre 4,4 e 9,0 e é conhecida pela sua capacidade de tolerar ambientes ácidos que lhe permitem sobreviver no trato gastrointestinal dos animais. No entanto, seu pH ótimo para crescimento está entre 6,5 e 7,3 (BERGEY; HOLT, 1994). Isso pode explicar a maior relação entre a variável pH e a concentração de *E. coli* na água do parque. A relação entre a temperatura da água e a do ambiente é esperada, visto que, nos períodos de maior radiação solar, a

temperatura do ambiente e da água tende a ser maior. Essa relação também pode ser observada na Tabela 4, segundo a qual, nos meses de maior temperatura ambiente, foram registradas as maiores temperatura da água nos pontos de coleta.

Silva, Yamanaka e Monteiro (2017) também verificaram que, nos períodos chuvosos, a potabilidade da água decaiu, observando um número elevado de coliformes totais, bem como nas análises realizadas (Tabela 7).

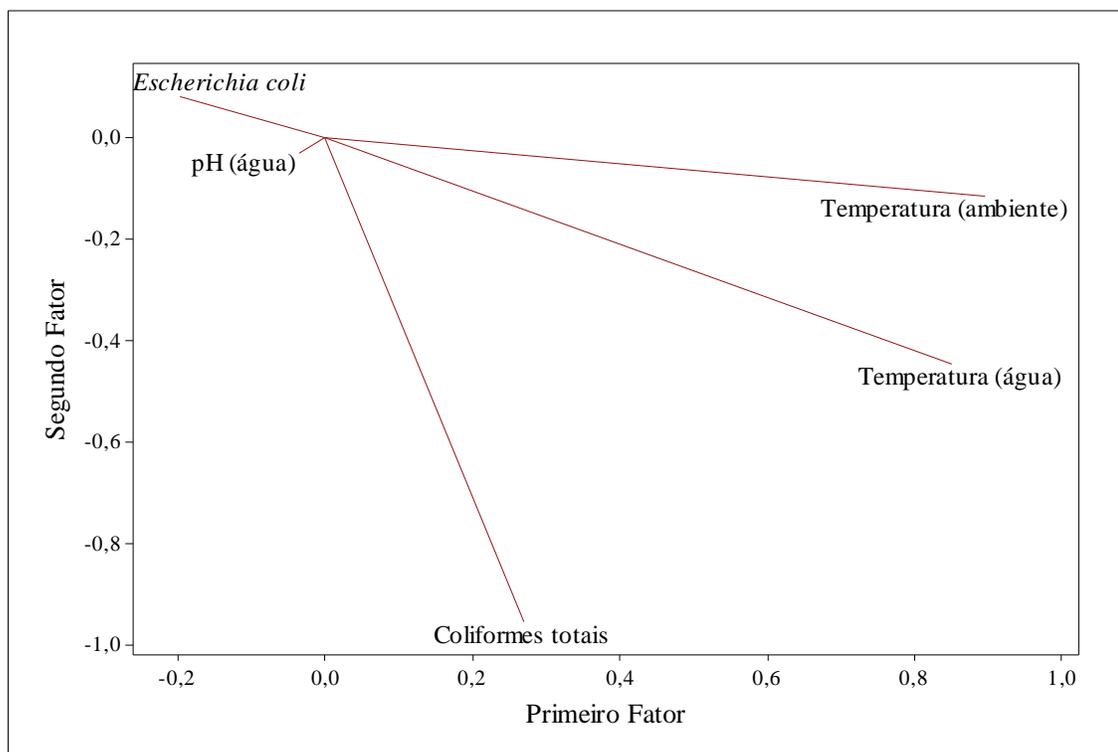


Figura 14 – Representação gráfica dos planos fatoriais, Fator 1 versus Fator 2 com método de rotação Varimax em relação às variáveis analisadas no P1 - Córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal do Parque do Carmo - SP (23° 34' 26.739" S 46° 27' 41.413" W).

Fonte: Próprio autor (2020).

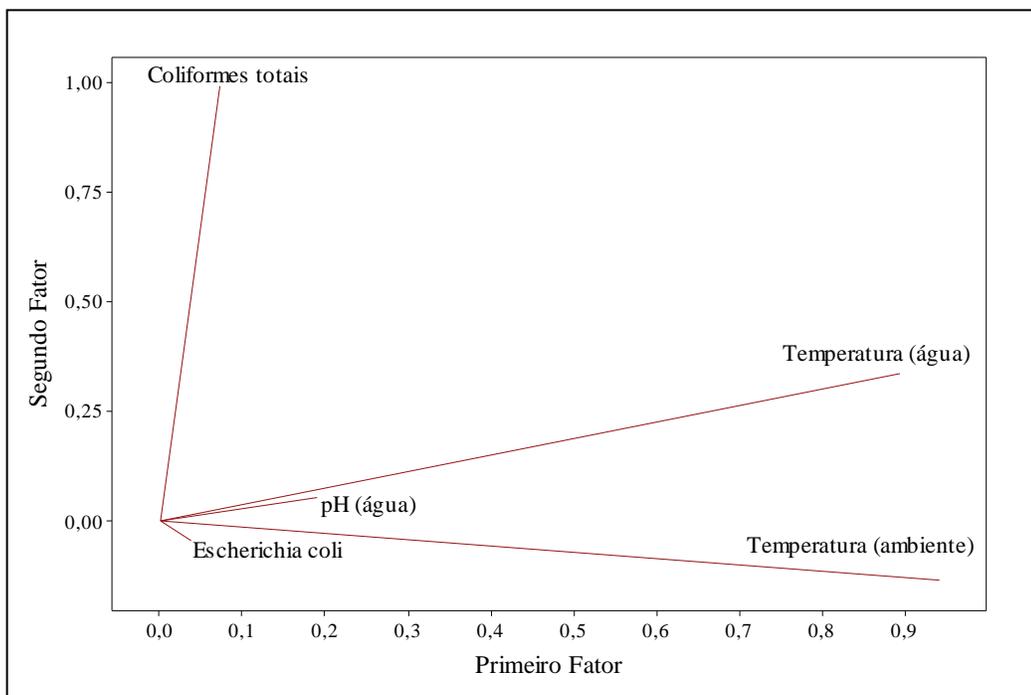


Figura 15 – Representação gráfica dos planos fatoriais, Fator 1 vs Fator 2, com método de rotação Varimax em relação as variáveis analisadas no P2 - Lagoa secundária sem vegetação ciliar que também abastece a Lagoa principal do Parque do Carmo - SP (23° 34' 31.540" S 46° 27' 58.928" W).
Fonte: Próprio autor (2020).

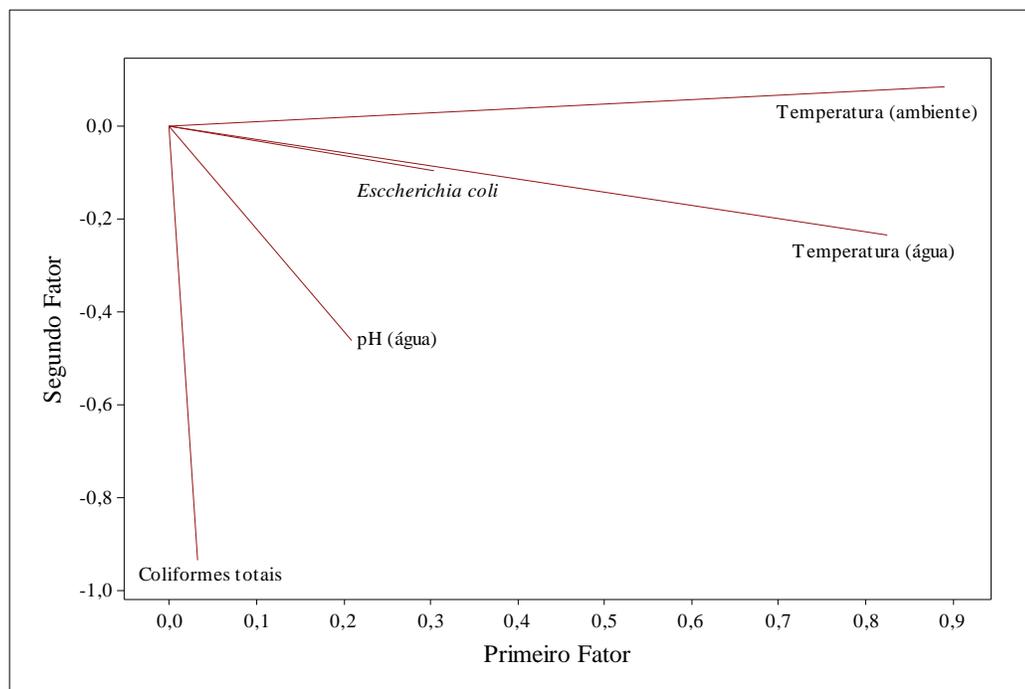


Figura 16 – Representação gráfica dos planos fatoriais, Fator 1 versus o Fator 2 com método de rotação Varimax em relação as variáveis analisadas no P3 – Lagoa principal sem vegetação ciliar do Parque do Carmo - SP (23° 34' 19.330" S 46° 28' 4.539" W).
Fonte: Próprio autor (2020).

Foram identificadas 22 amostras positivas (61,11%) para *E. coli* na água do Parque do Carmo, em um total de 36 amostras de água coletadas. Dessas amostras positivas, 22,22% eram do P1, 27,78% pertenciam ao P2 e 11,11% eram do P3. Entre as amostras de água do parque positivas para *E. coli*, 12 (54,54%) foram consideradas como multirresistentes por apresentarem resistência a 2 ou mais antibióticos.

Nos meses de fevereiro, março e abril, não foram encontradas bactéria multirresistentes nos 3 pontos de coleta do parque. Cepas com resistência intermediária para eritromicina foram detectadas no córrego (P1) em fevereiro. Em março, foram encontradas bactérias com resistência intermediária à amoxicilina e nitrofurantoína no P2 (Lagoa secundária).

No córrego que abastece a Lagoa principal do parque (P1), foram detectadas bactérias com multirresistência nos meses de janeiro, maio, junho, julho, setembro e dezembro. Na Lagoa secundária (P2), os microrganismos multirresistentes foram encontrados nos meses de maio, junho e setembro.

Nenhuma cepa de *E. coli* isolada da água do parque apresentou resistência aos antibióticos amicacina e cefepima, ou seja, as bactérias eram sensíveis aos medicamentos (Tabela 8). De acordo com CLSI (2014, 2019), o resultado sensível indica que a infecção causada pelo microrganismo pode ser tratada com eficiência com a dose recomendada do antibiótico.

Tabela 8: Porcentagem de resistência a antibióticos dos isolados de *E. coli* da água do Parque do Carmo – Olavo Egidio Setúbal, no período de janeiro a dezembro de 2019

Antibióticos	Pontos de coleta de água		
	P1	P2	P3
Amicacina (AMI)	0%	0%	0%
Amoxicilina (AMC)	41,67%	33,33%	16,67%
Cefepima (CPM)	0%	0%	0%
Ciprofloxacina (CIP)	4,17%	0%	0%
Eritromicina (ERI)	75,00%	66,67%	91,67%
Gentamicina (GEN)	4,17%	8,33%	0%
Levofloxacina (LVX)	4,17%	0%	0%
Nitrofurantoína (NIT)	0%	8,33%	33,33%
Norfloxacina (NOR)	4,17%	0%	0%
Tetraciclina (TET)	66,67%	25,00%	33,33%

P1 – Córrego com mata ciliar preservada que abastece a Lagoa principal (23° 34' 26.739" S 46° 27' 41.413" W), P2 - Lagoa secundária sem vegetação ciliar que também abastece a Lagoa principal (23° 34' 31.540" S 46° 27' 58.928" W) e P3 – Lagoa principal sem vegetação ciliar (23° 34' 19.330" S 46° 28' 4.539" W).

Fonte: Próprio autor (2020).

Em duas lagoas do parque (P2 e P3), todas as cepas de *E. coli* isoladas também foram sensíveis aos antibióticos ciprofloxacina, levofloxacina e norfloxacina. No P1 (córrego), apenas 4,17% das bactérias apresentaram resistência a esses 3 antibióticos e todas foram sensíveis a nitrofurantoína (Tabela 6).

De forma geral, a maioria das bactérias isoladas de P1, P2 e P3 foram resistentes à amoxicilina, eritromicina e tetraciclina.

As tetraciclinas são antibacterianos utilizados em gado leiteiro para tratamento de doenças infecciosas, como a mastite e também como aditivos em ração animal para melhorar a conversão alimentar (DENOBILO, 2017).

Segundo CLSI (2014, 2019), bactérias com resultado resistente não sofrem a inibição nas concentrações dos antibióticos ou podem apresentar mecanismos de resistência.

A resistência de cepas de *Escherichia coli* à amoxicilina reside no fato de que esse antibiótico foi amplamente utilizado, tanto para humano quanto animais criando uma resistência natural das bactérias (SILVA et al., 2013). As cepas de *E. coli* mostraram alta porcentagem de resistência à eritromicina. Esse resultado é importante, pois a eritromicina é amplamente utilizada em centros médicos para tratamentos de infecções, como alternativa para pacientes são alérgicos à penicilina (ARVANITIDOU, KATSOUYANNOPOULOS, TSAKRIS, 2001; FERNANDEZ-DELGADO; SUÁREZ, 2009).

A *E. coli* pode ser resistente a até 10 antibióticos úteis clinicamente como resultado de resistência mediada por plasmídeo. Entre as *E. coli* toxigênicas, resistência medida por plasmídeo à tetraciclina, sulfonamidas e estreptomicina é praticamente universal e estão cada vez mais comum a ampicilina e neomicina (VAZ, 2009).

Plasmídeos de resistência a antibióticos em *Escherichia coli* enterotoxigênicas podem também incluir genes determinantes de virulência como produção de toxinas e adesinas. Desta forma, o uso indiscriminado de antibióticos pode, potencialmente, promover a transferência de genes de virulência entre as bactérias (VAZ, 2009).

Segundo Farkas, Bocoş e Butiuc-Keul (2016), em geral, bactérias apresentam maior resistência à amoxicilina presente em 71,1% das amostras. Outra correlação dos resultados quanto à gentamicina expressaram valores 6.6%, valores próximos aos obtidos nas análises com o mesmo antibiótico (Tabela 8).

Ficou evidenciado que as bactérias com maior resistência, estão relacionadas aos antibióticos que são de vasta utilização, sendo que os antibióticos com menos utilização oferece maior resposta as bactérias desse grupo da pesquisa.

5. CONCLUSÃO

As águas do Parque do Carmo – SP possuem concentrações de *E. coli* que se enquadram nos limites aceitos para corpos d'água de classe 2 e permitem a proteção das comunidades aquáticas do parque, bem como são próprias para recreação de contato primário e secundário. Essa água é própria para banho, e sua classificação varia de muito boa a excelente de acordo com as concentrações de *E. coli* registradas.

As cepas de *E. coli* isoladas da água do parque são resistentes aos antibióticos mais difundidos na medicina humana e veterinária (amoxicilina, eritromicina e tetraciclina). Os antibióticos que apresentaram maior eficiência ao combate dessas cepas foram amicacina, cefepima, ciprofloxacina, gentamicina, levofloxacina, nitrofurantoína e norfloxacina.

As estações do ano têm relação com a concentração dessas bactérias na água, pois, em períodos chuvosos (primavera e verão), a concentração de *E. coli* aumenta devido ao escoamento superficial que propicia a entrada desses microrganismos na água.

Deve-se priorizar a conservação da qualidade da água do Parque do Carmo, evitando o despejo de efluentes ou esgoto sem tratamento que proporcionam o aporte de bactérias patogênicas na água, assim como é necessária uma atenção especial à qualidade microbiológica da água do parque nos meses chuvosos. A conscientização da população sobre o uso indiscriminado de antibióticos também é fundamental para evitar ou minimizar a ocorrência de resistência bacteriana.

REFERÊNCIAS

ÁGUA. Portal Tratamento de água [Biblioteca]. **Qualidade da Água**. [Internet], 22 set. 2015. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua>. Acesso em: 10 jan. 2020.

_____. **A resistência a antibióticos está se espalhando a partir de ETEs**. [Internet], 9 jul. 2019. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/resistencia-antibioticos-etes>. Acesso em: 13 jan. 2020.

ALMEIDA, C. C. [Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos](#). **Revista Jus Navigandi**, Teresina, ano 8, n. 61, 1 jan. 2003. ISSN 1518-4862.

ALVES, T. C; GIRARDI, R.; PINHEIRO, A. Micropoluentes orgânicos: ocorrência, remoção e regulamentação. **Revista de Gestão de Água da América Latina (REGA)**, Porto Alegre, v. 14, n. e1, jan./dez. 2017. 20 p. ISSN 2359-1919.

ANA – Agência Nacional de Águas (Brasil). **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos DA Agência Nacional de Águas**. Brasília, DF: Ana, 2013. 240 p. (Atualizado em 03/12/2014).

_____. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília: ANA, 2017. 88 p. il. ISBN: 978-85-8210-050-9.

_____. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. [Internet], 18 abr. 2018. <https://www.ana.gov.br/textos-das-paginas-do-portal/o-que-e-o-sistema-de-gestao-de-aguas>

_____. **Planejamento dos recursos hídricos**. [Internet], 5 jan. 2020a. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/planejamento-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 05 jan. 2020.

_____. **Cobrança**. [Internet], 5 jan. 2020b. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/cobranca>. Acesso em: 5 jan. 2020.

_____. **Política nacional de recursos hídricos**. [Internet], 5 jan. 2020c Disponível em: <https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos#wrapper>. Acesso em: 5 jan. 2020.

_____. **Sobre o SNIRH**. [Internet], 6 jan. 2020d Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/o-que-e>. Acesso em: 6 jan. 2020.

_____. **Sistema nacional de informações sobre recursos hídricos - snirh**. [Internet], 5 jan. 2020e Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aceso-a-sistemas/sistema-nacional-de-informacoes-sobre-recursos-hidricos-snirh>. Acesso em: 5 jan. 2020.

ARAGUAIA, M. **Escherichia coli**. Brasil Escola. [Internet], 19 dez. 2019. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/escherichia-coli.htm>. Acesso em: 19 dez. 2019.

ARVANITIDOU, M., KATSOUYANNOPOULOS, V.; TSAKRIS, A. Antibiotic resistance patterns of enterococci isolated from coastal bathing waters. **J Med Microbiol**, v. 50, n. 11, p.1001-1005, 2001 Nov. doi: 10.1099/0022-1317-50-11-1001.

ASCOM/MMA – *Assessoria de Comunicação Social/Ministério do Meio Ambiente (Ascom/MMA)*. **Lei das águas do Brasil completa 20 anos. [Internet], 19 jan. 2017.** Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/13886-noticia-acom->. Acesso em: 15 nov. 2019.

BAUER, A. W.; KIRBY, W. M.; SHERRIS, J. C.; TURCK, M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. **Am J Clin. Pathol.**, v. 45, n. 4, p. 493-496, 1966.

BERGEY, D. H.; HOLT, John G. **Bergey's manual of determinative bacteriology**. 9th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994. 787 p.

BLAIR, J. M.; WEBBER, M. A.; BAYLAY, A. J.; OGBOLU, D. O.; PIDDOCK, L. J. Molecular Mechanisms of Antibiotic Resistance. **Nat Rev Microbiol.**, v. 13, n. 1, p. 42-51, 2015 Jan. doi: 10.1038/nrmicro3380. Epub 2014 Dec 1.

BORTOLOTI, K. C. S.; MELLONI, R.; MARQUES, P.; CARVALHO, B. M. F.; ANDRADE, M. C. Qualidade microbiológica de águas naturais quanto ao perfil de resistência de bactérias heterotróficas a antimicrobianos. **Eng Sanit Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 717-725, jul./ago. 2018.

BRASIL. Lei nº 9.433, **de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, de 9.1.1997. Brasília, DF, Presidência da República, 1997.

_____. Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Seção 1, p. 1, de 19/7/2000 (Publicação Original). Brasília, DF, Presidência da República, 2000.

_____. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Brasília, DF: SAG, 2011a. 50 p. (Cadernos de capacitação em recursos hídricos; v.1, v. 6.).

_____. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, de 12 dez. 2011. Brasília, DF, Ministério da Saúde 12 dez. 2011b. ([Saúde Legis - Sistema de Legislação da Saúde](#)).

_____. Fundação Nacional da Saúde. Ministério da Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em Etas**. Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

_____. Agência Nacional de Águas (ANA). **Indicadores de qualidade** - índice de qualidade das águas (IQA): Temperatura da água. [Internet], 10 jan. 2020.

Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn5. Acesso em: 10 jan. 2020.

Brites, A. D. **Algas - A importância ecológica e econômica das algas**. 2016. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/algas-1-a-importancia-ecologica-e-economica-das-algas.htm>. Acesso em: 20 abr. 2020.

BROCH, S. A. O. **Gestão transfronteiriça de águas: o caso da Bacia do Apa**. 2008. 247 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, jul. 2008.

BUSH, L. M.; SCHMIDT, C. E. **Infecções por Escherichia coli**. [Internet], abr. 2018. Disponível em: <https://www.msdmanuals.com/pt/profissional/doen%C3%A7as-infeciosas/bacilos-gram-negativos/infec%C3%A7%C3%B5es-por-escherichia-coli>. Acesso em: 20 nov. 2019.

CAMPOS, J. C. B.; LEITE, E. P. F.. **Procedimentos para análise e validação de atributos da qualidade da água**. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 559-573, maio/jun. 2019. Epub Aug 05, 2019. ISSN 1413-4152.

CANAL, N. **Caracterização de resistência a antimicrobianos e diversidade genética em Escherichia coli isolada de amostras de água da Lagoa dos Patos, RS**. 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, abr. 2010.

CAROLO, F.. **Outorga de direito de uso de recursos hídricos: Instrumento para o desenvolvimento sustentável? Estudo das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. 2007. 203 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Curso de Políticas Públicas e Gestão Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, jan. 2007.

CASTRO, M. T. **Coliformes totais e coliformes termotolerantes: qual a diferença?** [Internet], 31 out. 2018. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/coliformes-totais-e-coliformes-termotolerantes-voce-sabe-diferenca>. Acesso em: 10 jan. 2020.

CLSI – Clinical and Laboratory Standards Institute. **Performance Standard for Antimicrobial Susceptibility Testing**; Twenty- Fourty Informational Supplement (CLSI document M100-S24). Wayne, PA, USA; 2014.

_____. **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing**. 29th ed. Informational Supplement (CLSI document M100-S29). Wayne, PA, USA: CLSI, Jan. 2019. (v. 39, n. 1).

CONAMA. – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. **Diário Oficial da União**, n. 8, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, p. 70-71. Brasília, DF: Conama, 2000.

_____. Resolução nº. 16, de 8 de maio de 2001. Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos. **Diário Oficial da União**, de 14 de maio de 2001. Brasília, DF: Conama, 2001.

_____. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, n. 58, 58-63, 18 mar. 2005. Brasília, DF: Conama, 18 mar. 2005.

CRUZ, A. B. **Escherichia coli**. Brasil Escola. Internet], 19 dez. 2019. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/escherichia-coli.htm>. Acesso em: 19 dez. 2019.

DEL PELOSO, P. F.; BARROS, M. F. L.; SANTOS, F. A. Sepsis por *Serratia marcescens* KPC. **J. Bras. Patol. Med. Lab.**, v. 46, n. 5, p.365-367, out. 2010. ISSN 1676-2444.

DENOBILO, MICHELA. Análise de resíduos dos antibióticos oxitetraciclina, tetraciclina, clortetraciclina e doxiciclina, em leite, por cromatografia líquida de alta eficiência. Universidade de São Paulo, 6 de junho de 2017. Acesso em 20 abr. 2020.

EOS (Comp.). **A importância do sistema nacional de informações sobre recursos hídricos – SNIRH**. [Internet], 19 mar. 2019. Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/snirh-gestao-hidrica>. Acesso em: 10 jan. 2020.

FARKAS, A.; BOCOS, B.; BUTIUC-KEUL, A. Antibiotic resistance and int1 carriage in waterborne Enterobacteriaceae. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 227, n. 7, p. 1-11, 10 July 2016.

FERNANDEZ-DELGADO, M.; SUÁREZ, P. Multiple antibiotic resistances of enteric bacteria isolated from recreational coastal waters and oysters of the Caribbean Sea. **Ann. Microbiol.**, v 59, n. 409, Sept. 2009.

FRAZÃO, P.; PERES, M. A.; CURY, J. A. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 5, n. 45, p. 964-973, 19 jan. 2011. Trimestral.

GRANZIERA, M. L. M. A cobrança pelo uso da água. **R. CEJ**, Brasília, n. 12, p. 71-74, set./dez. 2000.

GRAVETTER, F. J.; WALLNAU, L. B. **Statistics for the behavioral sciences**. 2nd. ed. St. Paul: West Publishing, Nov. 28, 1995. 429 p.

HAUSER, A. R. **Antibióticos na prática clínica**: fundamentos para escolha do agente antibacteriano correto. Porto Alegre: Artmed, 2009.

HAUSER, A. R. **Antibióticos na prática clínica**. São Paulo: Artmed, 2010.

HUTCHESON, G. D. SOFRONIOU, N. **The multivariate social scientist**: introductory statistics using generalized linear models. London: Sage Publication, 1999.

LAGES, A. E. **Parâmetros de qualidade da água.** [Internet], 15 jan. 2018. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/parametros-qualidade-agua/>. Acesso em: 24 jan. 2020.

LEMLE, M. **Água potável segundo a OMS (online).** Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), OMS em Saúde Pública e Ambiente, 2011. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/omsambiental/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?from%5Finfo%5Findex=451&infoid=190&sid=13>. Acesso em: 6 jan. 2020.

MACEDO, S. S.; SAKATA, F. G. **Parques urbanos no Brasil.** 3. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo (EDUSP), 2010. 216 p.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; DUNLAP, P. V.; CLARK, D. P. Resistência a fármacos antimicrobianos e a descoberta de fármacos. In: MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; DUNLAP, P. V.; CLARK, D. P. (Eds.). **Microbiologia de Brock.** 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p.802-808.

MADSEN, T. R. M. A. [Natureza e aspectos jurídicos da cobrança do uso da água e sua aplicabilidade prática.](#) **Revista Jus Navigandi**, Teresina, [ano 17, n. 3228, 3 maio 2012.](#) ISSN 1518-4862. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/21663>. Acesso em: 14 jan. 2020.

MEDEIROS, A. C.; LIMA, M. O.; GUIMARÃES, R. M. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. **Ciênc. saúde coletiva**, v. 21, n. 3, p.695-708, mar. 2016. . ISSN 1413-8123.

MELLO, F. A.; COSTA, L. A. *Escherichia coli* e seu impacto na saúde pública. **Colloquium Vitae**, Presidente Prudente, v. 8, n. esp., jul./dez., p. 30-35, 2016. Semestral. ISSN: 1984-6436. DOI: 10.5747/cv.2016.v08.nesp.000261

MMA – Ministério do Meio Ambiente (Brasil). **Parques e áreas verdes.** [Internet], 10 dez. 20109. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/item/8051.html>. Acesso em: 10 dez. 2019.

MINITAB Inc. **Statistical software data analysis software.** Version 18.1, 2018.

MORAES, P. L. Resistência das bactérias aos antibióticos (*online*), 6 jan. 2020. **Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/resistencia-das-bacterias-aos-antibioticos.htm>. Acesso em: 6 jan. 2020.

MOTA, R. A.; SILVA, K. P. C.; FREITAS, M. F. L.; PORTO, W. J. N.; SILVA, L. B. G. The abuse of antimicrobials drugs and the appearance of resistance. **Braz J Vet Res Anim Sci**, São Paulo, v. 42, n. 6, p. 465-470, 1º dez. 2005.

MUCCIACITO, J.C. As características de confronto entre a análise visual e química referente a cor da água para consumo humano. **Revista TAE**, Santo André, SP, p. 16-18, 05 jun. 2012.

MUZIO, P. A. **Caminhada histórica revela as origens da APA do Carmo, na Zona Leste de São Paulo.** [Internet], 10 ago. 2019. Disponível em: <https://www.blogs.unicamp.br/naturezacritica/2019/04/09/caminhada-historica-revela-as-origens-da-apa-do-carmo-na-zona-leste-de-sao-paulo>. Acesso em: 10 ago. 2019.

NEISSE, A. C.; HONGYU, K. Aplicação de componentes principais e análise fatorial a dados criminais de 26 estados dos EUA. **E&S Engineering and science**. v. 2, n. 5, p. 105-115, Nov. 2016. ISSN: 2358-5390 DOI: 10.18607/ES20165064

NEVES, M. J. M. **Efetividade dos planos de recursos hídricos: uma Análise dos Casos no Brasil após 1990.** 2004. 232 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, dez. 2004.

NEVES, M. J.; CORDEIRO NETTO, O. M.. Avaliação da Efetividade dos planos de recursos hídricos desenvolvidos no Brasil. In: CAMINHO das Águas. Curso de capacitação em recursos hídricos. CT-Hidro/ CNPQ/MCT, 2007.

[NICOLINI, P.](#); [NASCIMENTO, J. W. L.](#); [GRECO, K. V.](#); [MENEZES, F. G.](#) Fatores relacionados à prescrição médica de antibióticos em farmácia pública da região Oeste da cidade de São Paulo. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v.13 (supl.), p.689-696, 2008. ISSN 1413-8123.

O ECO. **O que é a lei das águas.** [Internet], 27 nov. 2014. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28797-o-que-e-a-lei-das-aguas>. Acesso em: 6 jan. 2020.

ONU – Organização das Nações Unidas [IACG]. **No time to wait: securing the future from drug-resistant infections.** ONU, Apr 2019. 25 p. (Report to the Secretary-General of the United Nations Apr 2019).

_____. **ONU: 1 em cada 3 pessoas no mundo não tem acesso a água potável.** 2019. Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF). Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-a-agua-potavel/>. Acesso em: 20 abr. 2020.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **OMS alerta que 2 bilhões consomem água contaminada em todo o mundo.** 2017. Organização Mundial da Saúde (OMS). Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/dino/oms-alerta-que-2-bilhoes-consomem-agua-contaminada-em-todo-o-mundo,e6368ef2be31ff6c52b58fbcce7cc2866i7dipg3.html>. Acesso em: 20 abr. 2020.

PEIRANO, G.; SEKI, L. M.; VAL PASSOS, V. L.; PINTO, M. C. F.; GUERRA, L. R.; ASENSI, M. D. Carbapenem-hydrolysing β -lactamase KPC-2 in *Klebsiella pneumoniae* isolated in Rio de Janeiro, Brazil. **J Antimicrob Chemother**, v. 63, n. 2, p. 265-268, 2009. Feb. doi: 10.1093/jac/dkn484.

RIBEIRO, L. G.; NOGARINI, E. C. M.; AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. Qualidade microbiológica da água na bacia hidrográfica do rio São José dos Dourados – SP. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 18, n. 64, p. 214-223, dez. 2017.

SAAE Cerquillo. **Qualidade da Água**. 2019. [Internet], 10 jan. 2020 Disponível em: <https://www.saaec.com.br/agua/qualidade-da-agua/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SANTOS, V. S. **Coliformes fecais**. [Internet], 10 jan. 2020. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/coliformes-fecais.htm>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 11.426, de 18 de outubro de 1993. Cria a Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente - SVMMA; cria o Conselho Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - CADES, e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de São Paulo**, de 23/10/1993, p. 1. São Paulo, Prefeitura de São Paulo, 1993.

_____. Decreto nº 50.201, de 7 de novembro de 2008. Amplia a área do Parque Natural Municipal do Carmo, criado decreto nº 43329 de 12 de junho de 2003, e retifica sua denominação. [Diário Oficial da Cidade de São Paulo, de 08/11/2008, p. 1](#). São Paulo, SP, 7 nov. 2008.

_____. **APA Parque e Fazenda do Carmo expõe para crianças da comunidade local a importância dos recursos hídricos na zona leste de São Paulo**. São Paulo: Fundação Florestal, 6 mar. 2015.

_____. Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo. [Internet], 10 jan. 2020a. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/unid_de_conservacao/index.php?p=42141. Acesso em: 13 fev. 2020.

_____. DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Cobrança pelo uso dos recursos hídricos**. [Internet], 13 jan. 2020b. Disponível em: http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=67%3Acobranca&catid=40%3Acobranca&Itemid=30. Acesso em: 13 jan. 2020.

_____. CETESB. **Oxigênio dissolvido**. Mortandade de peixes. [Internet], 10 jan. 2020c. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/oxigenio-dissolvido/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SILVA, A. R. A.; SIMÕES, M. L. C. L.; WERNECK, L. S.; TEIXEIRA, C. H. Infecções relacionadas à assistência à saúde por *Staphylococcus coagulase* negativa em unidade de terapia intensiva neonatal. **Rev Bras Ter Intensiva**, v. 25, n.3, p. 239-244, 2013.

SILVA, C. A.; YAMANAKA, E. H. U.; MONTEIRO, C. S. Monitoramento microbiológico da água de bicas em parques públicos de Curitiba (PR). **Eng. Sanit. Ambient**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 271-275, mar./abr. 2017. Epub Oct 13, 2016. ISSN 1413-4152

SOARES, E. M.; FERREIRA, R. L. Avaliação da qualidade da água e a importância do saneamento básico no Brasil. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 13, n. 6, p. 50-76, jun./dez. 2017.

SOUZA, É. C. **O que é turbidez da água e como ela afeta o tratamento de água?** [Internet], 12 dez. 2017. Disponível em: <https://2engenheiros.com/2017/12/12/turbidez-da-agua>. Acesso em: 15 jan. 2020

TAVARES, W. Bactérias gram-positivas problemas: resistência do estafilococo, do enterococo e do pneumococo aos antimicrobianos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 33, n. 3, p. 281-301, maio/jun. 2000.

VAZ, E. K. Resistência antimicrobiana: como surge e o que representa para a suinocultura. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 37 (Supl. 1), p.147-150, abr. 2009.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Desal, 2005. 452p. (Coleção Princípios do tratamento biológico de água; v. 1).

YAMAGUCHI, M. U.; CORTEZ, L. E. R.; OTTONI, L. C. C.; OYAMA, J. **Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR**. **O mundo da saúde**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 312-320, 2013.

APÊNDICE A – TERMO DE RESPONSABILIDADE PARA COLETA NO PARQUE



TERMO DE RESPONSABILIDADE

SEI 6027.2018/0003949-6

EU, LUIZ CEZAR BELLATTO, mestrando em Ciências Ambientais pela Universidade Brasil, portador do RG nº 42.100.182-3, CPF 326.817.388-81, residente à Rua Carolina Fonseca, 297 apto 123 Torre 01, São Paulo-SP, Telefone (11) 98182-3846, e-mail: luiz.bellato@universidadebrasil.edu.br, proponente do projeto de pesquisa científica intitulado "Monitoramento e sensibilidade a antimicrobianos de *Escherichia coli* na água do parque urbano do Carmo - SP", a ser realizado no Parque do Carmo, firmo o presente Termo de Responsabilidade mediante as seguintes cláusulas e condições:

- a) Realizar o Trabalho de Graduação em tela de acordo com a documentação apresentada para análise e instrução do Processo SEI nº **6027.2018/0003949-6**.
- b) Cumprir a legislação brasileira em vigor e tratados internacionais de proteção dos recursos naturais, toda a legislação relativa à pesquisa, expedições científicas, patentes e segredos de indústria, todos os termos do Decreto Federal nº2.519/98 que promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica e ainda o disposto na Medida Provisória nº2.186-16/01.
- c) Comunicar – se com os técnicos do DEPAVE -7, responsáveis pela custódia do Processo Administrativo em questão.
- d) Requerer, quando necessário e nas hipóteses exigidas em lei, autorização para acesso a componentes do patrimônio genético.
- e) Entregar à divisão responsável relatórios semestrais, contendo no mínimo: resumo das atividades executadas, descrição das pesquisas realizadas (localização e período) e descrição dos resultados obtidos.
- f) Contribuir para divulgação da Convenção sobre Diversidade Biológica no meio acadêmico, científico, técnico e popular, especialmente na região alvo da pesquisa.
- g) Concluir a pesquisa no prazo de 12 meses de acordo com cronograma apresentado, contados a partir de sua assinatura.



- h) Ao final da pesquisa, retirar dos parques todos os materiais utilizados no desenvolvimento do trabalho.
- i) Citar no trabalho concluído a Prefeitura do Município de São Paulo, a Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, o Departamento de Parques e Áreas Verdes, bem como os técnicos que contribuíram com a pesquisa e acompanharam o desenvolvimento do projeto.
- j) Entregar 01 (uma) cópia impressa e 01 (uma) cópia digital do trabalho concluído ao DEPAVE para ser arquivada na biblioteca da SVMA.
- k) A PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO fica isenta de qualquer responsabilidade decorrente de acidentes que possam ocorrer com o (a) aluno (a) ou seus auxiliares em suas dependências.
- l) O Sistema Eletrônico de Informações será encerrado no prazo indicado no item "g" e qualquer alteração deverá ser comunicada com antecedência de 30 (trinta) dias.
- m) Responsabilizar-se pela equipe da presente pesquisa.
- n) O não cumprimento das cláusulas acima ou conduta inadequada pelo pesquisador e/ou sua equipe implicará na imediata interrupção da pesquisa e da autorização para ingressar nas unidades da SVMA.

São Paulo, 05 de dezembro de 2018.

LUIZ CEZAR BELATTO

RG. 42.100.182-3

PRISCILLA CERQUEIRA

RF 724.506-8
Comissão Técnica de Avaliação Científica